INSTITUUT VOOR PHYTOPATHOLOGIE
LABORATORIUM VOOR MYCOLOGIE EN AARDAPPEL-ONDERZOEK

MEDEDEELING 32

OVERDRUK UIT DE MEDEDEELINGEN VAN DE LANDBOUW-HOOGESCHOOL TE WAGENINGEN (NEDERLAND) 1927

DE VERSPREIDING VAN VIRUSZIEKTEN VAN DE AARDAPPEL (SOLANUM TUBEROSUM L.) DOOR INSEKTEN

(TRANSMISSION EXPERIMENTS WITH INSECTS OF VIRUS DISEASES OF THE POTATO (SOLANUM TUBEROSUM L.)

DOOR

D. L. ELZE

CAB INTERNATIONAL
MYCOLOGICAL INSTITUTE
LIBRARY
15 JAN 1992
ELZE, D.L.

H. VEENMAN & ZONEN — WAGENINGEN

De verspreiding van virusziekten van de aardappel (Solanum tuberosum L.) door insekten.

Door D. L. Elze.

INLEIDING.

In 1914 vonden ALLARD (1) van tabaksmozaiek en TAUBENHAUS (119) voor mozaiek van *Lathyrus*, dat deze ziekten door bladluizen worden overgebracht. Wel hadden in 1910 BALL (12) en SHAW (105) aangetoond, dat *Eutettix tenella* BAK. „curly top" van suikerbiet teweeg brengt, maar niet dat deze cicade daartoe eerst op 'n zieke plant gezogen moet hebben, hoewel SHAW reeds overeenkomst zag tussen „curly top" en mozaiek van tabak. Volgens KUNKEL (61, blz. 235) zou reeds in 1901 TAKAMI (118) in Japan mozaiekziekte van rijst door middel van de cicade *Nephotettix apicalis* MOTSCH. hebben overgebracht. Doch eerst na 1914 is van 'n reeks van virusziekten van verschillende gewassen gevonden, dat insekten en vooral zuigende insekten de natuurlike verspreiders zijn. Dit heeft aan de studie en bestrijding van plantaardige virusziekten 'n nieuwe richting gegeven. Maar opende tevens de mogelikheid om 't gehele virusprobleem, zoals dit zich voordoet bij tal van virusziekten van de mens, van onze huisdieren en kultuurgewassen en bij de bacteriophaag, langs 'n andere dan de tot nu gevolgde weg te benaderen.

DEFINIËRING VAN 'T BEGRIP VIRUSZIEKTEN.

Waar hier van virus gesproken wordt in plaats van filtreerbaar virus, volg ik 'n algemene gewoonte in de Phytopathologie, die ook in de mediese wetenschappen steeds meer burgerrecht krijgt. Van verschillende plantaardige virusziekten, welke symptomatologies tot deze groep gerekend dienen te worden, bezit het virushoudend sap, kunstmatig overgebracht, geen infekterend vermogen. Daardoor kan de al of niet filtreerbaarheid niet aangetoond worden en vormt dit geen algemeen geldend kenmerk. ARKWRIGHT (6) onderscheidt zelfs bij de verdeling van virustypen bij menselike en dierlike ziekten 'n groep van niet-filtreerbaar virus.

In de phytopathologie verstaat men onder virusziekten 'n groep van ziekten, waarvan de eenheid vooral gebaseerd wordt op de gemeenschappelike symptomen. Deze zijn:

1. 'n Min of meer uitgebreide chlorose, gepaard met onvolkomen uitgroeien der gehele plant of van enkele organen.
2. De onder 1. genoemde symptomen treden slechts op in die organen, welke op 't ogenblik van infektie nog niet volgroeid waren.
3. Het virus verspreidt zich door de gehele plant, is ook aanwezig in de organen, die geen ziekteverschijnselen vertonen.
4. De virusziekten zijn besmettelik; infektie heeft plaats 'tzij door vergroeiing met zieke plantedelen, 'tzij door het brengen van virushoudend sap in wonden langs kunstmatige weg of door insekten. Voor zover bekend dringt nooit virus door de onbeschadigde epidermis of stomata naar binnen, noch op die manier naar buiten; blijkbaar bevindt 't virus zich intracellulair.
5. 'n Eenmaal geïnfekteerde plant schijnt niet meer te genezen, de ziekte is echter zelden dodelik.
6. 't Virus kan slechts voortbestaan en vermeerderen in 'n levende plant, is dus, als levend organisme beschouwd, obligaat parasities.

De overeenkomst met 't virus uit de menselike en dierlike pathologie en met de bacteriophaag bestaat in:

1. Het obligaat „parasitisme".
2. Het infekterend vermogen ook bij sterke verdunning.
3. De onzichtbaarheid of, waar bepaalde lichaampjes zijn waargenomen, de moeilikheid om deze als organismen te onderscheiden.
4. De filtreerbaarheid in die gevallen, dat met sap infekties zijn gelukt.

DOEL VAN HET ONDERZOEK.

PRAKTIES DOEL.

Ter bestrijding van de virusziekten diende in de eerste plaats bepaald te worden, welke insekten in staat zijn deze te verspreiden en in verband daarmee of alle door dezelfde insekten worden overgebracht. Wel is het prakties belang hiervan geringer geworden door de onderzoekingen van OORTWIJN BOTJES (77, 78 en 79), waardoor men in staat is door geïsoleerd kweken en vroeg rooien van pootgoed over gezond materiaal te beschikken. Echter daar volgens deze metode steeds slechts betrekkelik kleine hoeveelheden pootgoed te kweken zijn, is men genoodzaakt het gezonde materiaal onder meer normale landbouwtoestanden te vermeerderen, waarbij de kans op infektie veel groter is. Hierin tracht men te voorzien door keuring van 't gewas te velde, hetgeen nog weleens teleurstellingen oplevert, waarschijnlik doordat op 't ogenblik van inspektie symptomen van plaats gehad hebbende infekties nog niet zichtbaar zijn. Weet men, welke insekten bij de verspreiding 'n rol spelen, dan kan men die streken of in bepaalde streken die plekken voor de pootgoed vermeerdering uitsluiten, waar de gevaarlikste insekten 't meest voorkomen. Of men kan 't minimum aantal geoorloofde zieke planten regelen naar de mate waarin deze insekten te verwachten zijn.

Om 'n juist inzicht te hebben in de rol, die de insekten spelen bij de verspreiding, was de bestudering van enkele biologiese biezonderheden van de voornaamste virusdragers noodzakelik. Hoewel het mogelik bleef, dat ook andere insekten aan de verspreiding van virusziekten van de aardappel deelnemen, was 't, uit hetgeen door onderzoekingen van OORTWIJN BOTJES (77), SCHULTZ en FOLSOM (98, 99 en 100) e. a. reeds bekend was, duidelik, dat bladluizen wel de voornaamste virusdragers zijn, zodat daaraan de meeste aandacht is besteed.

TEORETIES DOEL.

Uit 'n algemeen wetenschappelik oogpunt wordt de kern van het virusprobleem gevormd door de vraag, of het virus 'n levend

organisme is dan wel 'n stof van enzymatiese of toxiese natuur. Zou het laatste 't geval zijn, dan lijkt het logies 'n spontaan optreden van virusziekten als mogelik te veronderstellen, zij het afhankelik van bepaalde uitwendige omstandigheden. Bij de dierlike virusziekten is in 't algemeen de natuurlike infektiebron niet bekend, kan men deze in ieder geval niet met grote zekerheid beheersen, zodat het ook niet mogelik is tot een al of niet spontaan optreden van deze ziekten te besluiten. Hetzelfde geldt min of meer ten opzichte van de bacteriophaag.

Anders staat de kwestie bij de plantaardige virusziekten, waarvan voor de grote meerderheid bewezen is, dat insekten de enige natuurlike verspreiders zijn. Het optreden van zo'n ziekte bij geheel insektenvrij opgekweekte planten zou sterk voor 'n levenloze, infektieuse stof pleiten; tot nog toe is hiervan niets gebleken. Het is dan ook te wijten aan hun onbekendheid met de rol, die insekten hier spelen, dat WOODS (128), CHAPMAN (29) en HEINTZEL (50) aan 't virus van tabaksmozaiek 'n enzymaties karakter konden toeschrijven of HUNGER (52) het als 'n toxine kon beschouwen, onder abnormale voedingsomstandigheden gevormd. Als hulphypotese moesten zij hierbij aannemen, dat dit enzyme of toxine in kleine hoeveelheden in 'n plant gebracht zich autokatalyties kan vermeerderen, zonderdat deze plant zich evenals de oorspronkelike onder ongunstige uitwendige omstandigheden bevindt.

Hun opvattingen steunen vooral op de vergeefse pogingen het virus in reinkultuur te kweken. Voor tabaksmozaiek is dit beproefd door BEYERINCK (14), die tot 'n negatief resultaat kwam. De laatste tijd zijn deze pogingen hervat. Zo verkondigde OLITSKY (76), dat het hem gelukt was virus van tomatenmozaiek, zeer sterk verdund in extrakt van gezonde tomaten, zich zodanig te laten vermeerderen, dat het infektievermogen even groot was als van onverdund of minder sterk verdund virus. MULVANIA (68) en Helen PURDY (86), die zijn proeven zeer nauwkeurig herhaalden, konden dit echter niet bevestigen.

Men heeft ook getracht door vergelijkende, cytologiese studies van gezonde en zieke plantedelen de aanwezigheid te bepalen van vreemde organismen. Werkelik hebben vele onderzoekers iets dergeliks gevonden, o. a. IWANOWSKY (53), PALM (80), KUNKEL (59), McKINNEY (66), Bessie GOLDSTEIN (45), maar men is er tot nog toe niet in geslaagd te bepalen of deze bestanddelen

vreemde, binnengedrongen organismen zijn dan wel uitscheidingsprodukten van de zieke sel. Wel heeft voor kort Sophie ECKERSON (40) in 'n voorlopige mededeling een flagellaat beschreven, welke in de chloroplasten van mozaiekzieke tomaat zou voorkomen, maar uit niets blijkt, dat deze niet in gezonde planten aanwezig is en al zou dit 't geval zijn, dan bestaat nog de mogelikheid, dat dit slechts flagellaatvormige slijmklompjes zijn, zoals reeds sinds lang in verschillende planten gezien werden door BAILY (10), KOTILA en COONS (58) e. a. Bij tal van dierlike virusziekten zijn eveneens allerlei vreemde lichaampjes beschreven o. a. onder de naam van *Strongyloplasma,* ook de *Rickettsia* wordt wel tot deze groep gerekend, al schijnt hier 't virus niet filtreerbaar te zijn. Men is echter, wat de aard van deze vreemde bestanddelen betreft, niet verder dan in de Phytopathologie.

'n Andere weg is gevolg door ALLARD (2, 3 en 5), die virushoudend sap op verschillende manieren physies en chemies heeft behandeld met 't doel om na te gaan in hoeverre 't virus van tabaksmozaiek op deze bewerkingen reageert als 'n enzyme of toxine dan wel als 'n levend organisme. Uit 't resultaat van z'n onderzoekingen trok hij 't besluit met 'n levend organisme te doen te hebben, welke konklusie sedert dien vrij algemeen aanvaard is. FREIBERG (42) is echter van mening, dat de waarnemingen van ALLARD even goed met de enzymeteorie verklaard kunnen worden en ook MULVANIA (69) meent op grond van z'n uitkomsten bij behandeling van virus met alkohol, verschillende temperaturen of met licht tot 'n enzymatiese natuur te moeten besluiten. Hij kan dit echter alleen doen door alle andere gevonden eigenschappen van verschillende virussoorten buiten beschouwing te laten. Zo loopt de resistentie tegenover bovengenoemde uitwendige invloeden sterk uiteen; bij 't virus van komkommermozaiek komt deze volgens de gegevens van DOOLITTLE (37) meer overeen met die van bakteriën. Trouwens reeds 't feit, dat het virus evenals enzymen zeer fijn verdeeld is, doet vermoeden dat het in vele opzichten op gelijke wijze zal reageren op grond van 't gemeenschappelik kolloidaal karakter. Bovendien meent KERMORGANT (55) bij bof gevonden te hebben, dat dit veroorzaakt wordt door *Spirochaeten,* welke onder bepaalde omstandigheden tot 'n virus uiteenvallen, dat dan als 'n soort reproduktiemiddel beschouwd moet worden met 'n grotere weerstand dan het vegetatief organisme, hetzelfde wordt door sommigen ver-

ondersteld voor streptococcen, de tuberkelbacil en andere pathogene bakteriën, o. a. RAMSINE (92).

Volgens ARKWRIGHT (6) zouden de meeste dierlike virussoorten zich in hun resistentie weinig van pathogene bakterieën onderscheiden. De bacteriophaag daarentegen gedraagt zich in dit opzicht meer als tabaksmozaiek.

Hoezeer dus de resultaten in de laatste 15 jaar verkregen de meerderheid der onderzoekers ervan overtuigd hebben, dat men te doen heeft met levende organismen, is 't duidelik, dat geen van de boven behandelde metoden meer dan de waarschijnlikheid hiervan naar voren heeft gebracht. In 'tzelfde geval verkeert men tegenover 't virus in de mediese wetenschappen en de bacteriophaag.

Het feit, dat de meeste plantaardige virusziekten in de natuur door insekten worden verspreid, doet 'n nieuwe metode aan de hand om het wezen van 't virus te benaderen zij 't ook hier op indirekte wijze. Wanneer zou blijken, dat virusziekten slechts door zeer bepaalde insekten onder zekere voorwaarden verspreid kunnen worden, valt 't moeilik aan te nemen, dat men met 'n enzymaties virus te doen heeft, daar 't overbrengen van 'n dergelike smetstof waarschijnlik plaats zou hebben door verontreinigingen aan de monddelen van alle zuigende zowel als bijtende insekten. Omgekeerd kan men niet beweren, dat bij 'n dusdanige verspreiding (uitwendig-mechanies zoals RAND en PIERCE (93) dit noemen) men zeker met 'n enzyme of iets dergeliks te doen heeft, aangezien ook organismen op deze wijze verspreid kunnen worden, zoals *Bacillus amylovorus* BURRILL bij „pear-blight". Slechts, indien het virus in de zeefvaten gelokaliseerd zou zijn, is 't denkbaar, dat de verspreiding ook bij enzymaties karakter van 't virus alleen door bepaalde en wel zuigende insekten kan plaats hebben. De waarnemingen speciaal van de virusziekten van 't mozaiektype wijzen niet op 'n dergelike lokalisatie, zo bewezen ALLARD (4) en DOOLITTLE (37) voor tabaks- en komkommermozaiek de aanwezigheid van 't virus in de trichomen.

Op andere wijze zal 't vraagstuk langs entomologiese weg te benaderen zijn, indien het virus in 't insekt 'n stadium doorloopt, dat mikroskopies zichtbaar te maken is of zelfs als er duidelik waarneembare histologiese veranderingen optreden, b.v. in de

speekselklieren. Deze mogelikheid is bij dit onderzoek niet in studie genomen; zolang niet meer positieve gegevens bekend waren over de rol, die de insekten bij de hier behandelde ziekten spelen, leek dit voorbarig. Temeer waar over de anatomie van bladluizen, welke hier in de eerste plaats in aanmerking komen, nog zeer weinig bekend is.

LITERATUUR-OVERZICHT OVER DE VERSPREIDING VAN PLANTAARDIGE VIRUSZIEKTEN DOOR INSEKTEN.

INLEIDING.

Om de juiste betekenis van de insekten als verspreiders van virusziekten te leren kennen, dienen verschillende punten afzonderlik onderzocht te worden.

1. In de eerste plaats dient bepaald te worden, welke soorten in staat zijn 'n bepaalde ziekte te verspreiden.

2. In aansluiting met 't eerste punt is de vraag of larven de ziekte evenals 't volwassen insekt overbrengen vooral van betekenis bij de Rhynchoten, waar alle ontwikkelingstadia op dezelfde planten voedsel zoeken.

3. De mogelikheid van 't bestaan van 'n incubatie van 't virus in 't insekt, d. i. de tijd die er verlopen moet eer 't insekt na 'n korte tijd zuigen 'n gezonde plant kan infekteren.

4. De infektiekans per individu, daar in natuurlike omstandigheden als regel infektie door een of weinig insekten zal plaats hebben. Geschiedt het overbrengen door toevallig aan de mondelen klevende voedsel- en virusresten, dan lijkt de kans op 'n gelukte infektie belanrijk kleiner dan, indien 't virus in 't insekt eerst 'n zekere ontwikkeling of groei heeft doorgemaakt. Dit wil niet zeggen, dat in 't laatste geval de kans in zekerheid overgaat.

5. De levensduur van 't virus in 't insekt, nadat dit de voedsterplant heeft verlaten. Dit is vooral van belang bij overwinterende insekten, maar ook als tijdelik voedsel gezocht wordt op andere soorten, welke immuun zijn.

Moet 't virus in 't insekt 'n incubatie doorlopen, dan zal na afloop daarvan het infekterend vermogen van 't insekt waarschijnlik enige tijd op dezelfde hoogte blijven om eerst op den duur af te nemen. Gaat de ontwikkeling tijdens de incubatie tevens met groei gepaard, dan is het zelfs denkbaar, dat 'n eenmaal besmet dier gedurende 't gehele leven virusdrager blijft. Wordt 't virus daarentegen zuiver mechanies overgebracht, dan zal 't insekt direkt na het verlaten van de zieke plant andere kunnen besmetten, waarmee tegelijk 't infekterend vermogen

afneemt. Bovendien zal 't virus onder invloed van uitwendige omstandigheden meer of minder snel afsterven.

6. Daar ook de oesophagus van 'n chitine-wand is voorzien, heeft bij iedere vervelling tot ver in 't darmkanaal als 't ware 'n algehele reiniging plaats. Hierdoor wordt de kans, dat na zo'n vervelling 'n insekt virusdrager blijft uiterst gering, indien tenminste het virus mechanies wordt overgebracht. Prakties is dit van belang bij de laatste vervelling van gevleugelde Rhynchoten of bij verpopping en ontpopping van kevers, wanneer larve en volwassen insekt op 't zelfde gewas leven.

7. Tenslotte is de mogelikheid van overgang van 't virus van moederdier op jong van betekenis.

Van al deze punten heeft men tot nog toe alleen aan de eerstgenoemde vrij algemeen aandacht besteed, slechts bij „curly top" van suikerbiet, „spinach blight" en „aster yellows" zijn ook verscheidene van de overige punten in onderzoek genomen. Deze ziekten zullen dan ook in dit overzicht uitvoeriger besproken worden.

Ten opzichte van de eerste vraag kan men de virusziekten in enige groepen indelen:

1. Ziekten, die slechts door één insektesoort worden overgebracht.
2. Die, welke met meerdere soorten overgaan, maar niet met elke willekeurige soort, terwijl met een of enkele van de virusdragende insekten nog 'n specifieke verhouding kan bestaan.
3. Die, welke ogenschijnlik overgebracht kunnen worden door elk willekeurig dier, dat de betreffende plant beschadigt, zonder dat één soort 'n biezondere plaats inneemt.
4. Die, waarvan ondanks verschillende pogingen tot nog toe geen insekt als overbrenger is gevonden.

VIRUSZIEKTEN, WELKE SLECHTS DOOR EEN INSEKTESOORT WORDEN OVERGEBRACHT.

Hieronder kunnen gerekend worden „curly top" van suikerbiet, overgebracht door de cicade *Eutettix tenella* BAKER bestudeerd door SHAW (105), BALL (12) e. a.; mozaiek of „gelestrepenziekte" van suikerriet en mais door de bladluis *Aphis maidis* FITCH., BRANDES (22, 23, 24), WILBRINK (125) e. a.;

„streak disease" van mais en suikerriet door de cicade *Balclutha mbila* NAUDE, STOREY (116, 117); „aster yellows" door de cicade *Cicadula sexnotata* FALL., KUNKEL (61); „leaf curl" van framboos door de bladluis *Aphis rubiphilla* PATCH, RANKIN en HOCKEY (94), FL. T. SMITH (107) en DICKSON (34) en mozaiek van framboos door de bladluis *Amphorophora rubi* KALT., WILCOX en SMITH (126).

Op te merken valt, dat deze specialisatie van 't virus ten opzichte van 't insect niet hoeft samen te gaan met specialisatie t. o. v. de plant. Niet slechts dat gele strepenziekte behalve op suikerriet voorkomt op talrijke andere grassen uit verschillende geslachten, zoals vooral door BRANDES en KLAPHAAK (26) is aangetoond, maar „curly top" zowel als „aster yellow" is waargenomen op planten uit zeer verschillende familie, BONQUET en STAHL (17), CARSNER (27) en KUNKEL (61). Opvallend is verder, dat in 'n drietal gevallen cicaden als enigste virusdragers bekend zijn. Bij 'n studie over de wijze van aanboren van de aardappelplant door verschillende Rhynchoten neemt Kenneth M. SMITH (108) waar, dat cicaden evenals wantsen slechts bij toeval 't phloëem treffen. Al is 't niet zeker dat dit voor alle cicaden geldt, toch is niet waarschijnlik dat 't al of niet bereiken van 't phloëem 'n belangrijke rol speelt, wat in 't biezonder opvalt bij suikerriet en mais, waar mozaiek verspreid wordt door 'n bladluis, die volgens BRANDES (25) vooral 't phloëem zoekt, terwijl „streak" door 'n cicade wordt overgebracht.

Van de meeste dezer ziekten is slechts bekend, dat ze door één bepaald insekt worden overgebracht. In 't algemeen is 't verband tussen virus, plant en insekt niet nader bestudeerd, hetgeen juist hier, waar 'n sterk sprekende, specifieke verhouding schijnt te bestaan, zeer belangwekkend had kunnen zijn.

Gele strepenziekte (mozaiek) van het suikerriet.

Deze ziekte wordt alleen door *Aphis maidis* verspreid, 'n insekt, dat volgens WILBRINK (125) en verscheidene andere onderzoekers over 't algemeen weinig talrijk voorkomt op suikerriet en dat, naar CHARDON en VEVE (29) waarnamen, alleen in belangrijke mate hierop overgaat als de wilde grassen vernietigd worden. *Aphis sacchari* ZEHNTNER daarentegen is zeer gewoon op suikerriet; waardoor dit insekt hier van geen betekenis is, heeft men niet nader onderzocht. Wel toont BRANDES (25) aan, dat

A.maidis met de zuigsnuit tot op 't phloëem doordringt, maar hij verzuimt na te gaan of in dit opzicht 'n onderscheid bestaat met *A.sacchari*. In dit verband is nog opmerkelijk, dat BRANDES bij z'n studie over 't zuigen van *A.maidis* tot de opvatting komt, dat 't virus waarschijnlik met 't speekselvocht in de plant wordt gebracht of zoals hij zegt:

> „In all these sections ..... the unusual amount of salivary secretion is clearly shown. It appears to the writer that this secretion is unquestionably the medium by which the infective principle of mosaic is carried into the plant."

en verder:

> „It has been found that a definite, measurable quantity of virus is necessary. This would eliminate from consideration as an explanation the carrying into the plant of the scanty amount of virulent material adhering to the minute mouth parts."

Daar hoogst waarschijnlik bij alle *Rhynchoten* 't zuigkanaal voor 't voedsel en 't afvoerkanaal van 't speeksel tot in de top van de monddelen geheel afgescheiden van elkaar verlopen, zou volgens de hierboven weergegeven opvatting het virus vanuit 't darmkanaal door 't bloed in de speekselklieren moeten terecht komen, eer infektie kan plaats hebben.

Hoewel men in de regel slechts infekties verkreeg met *A.maidis*, had KUNKEL (60) in Hawaii overgang waargenomen met de cicade *Peregrinus maidis* ASHM. Het gelukte deze onderzoeker echter niet in Amerika met 't zelfde insekt de daar aanwezige mozaiekziekte over te brengen; hij konkludeert daaruit, dat de mozaiek in Hawaii een andere moet zijn dan die in Amerika (en in Indië) (62). Wellicht dat hetzelfde geldt voor het mozaiek door CHARDON en VEVE (30) waargenomen, zij verkregen n.l. overgang met 'n *Carolinia sp.*

„Curly top" van suikerbiet.

Uitvoeriger is de betekenis bestudeerd van *Eutettix tenella* BAKER voor „curly top" in suikerbiet. Deze ziekte, welke voornl. in California schijnt voor te komen, is in z'n verspreiding geheel bepaald door die van boven genoemde cicade. Reeds SHAW (105) toonde aan, dat wel *E.tenella* maar niet thrips, bladluizen en mijten de ziekte veroorzaken; daar hem bij dit onderzoek nog niet bekend was, dat *E.tenella* slechts dan „curly top" te weeg brengt

indien 't afkomstig is van 'n zieke plant, waren z'n proeven niet afdoende. Eerst CARSNER en STAHL (28) toonden definitief, dat alle insekten behalve *E.tenella* van geen betekenis zijn. FAWCETT (41) vond echter in N.Argentinië 'n zwakkere vorm van „curly top", welke overgebracht werd door de cicade *Aceratogallia sanguinolenta*. *E.tenella* kwam daar ter plaatse niet voor, wel meer naar 't Zuiden en zou daar weer samengaan met de hevige N.Amerikaanse vorm van „curly top".

SMITH en BONQUET (110) namen waar, dat 'n cicade na 'n korte tijd (ongeveer 3 uur) zuigen op 'n aangetaste plant niet direkt de ziekte kan overbrengen, maar eerst na 24 uur, hetgeen dus zou wijzen op 'n zekere ontwikkeling van 't virus in 't insekt. Later nam SEVERIN (103) hetzelfde waar; hij vond, dat de duur van deze incubatie afhankelik is van de temperatuur: bij gemiddeld 37° C. slechts 4 uur, hetgeen doet denken aan 'n zeker groeiproces van 't virus afhankelik van de temperatuur. STAHL en CARSNER (112) vonden, dat 't virus niet van 't moederdier via 't ei op de larve overgaat, heeft de larve echter eenmaal op 'n zieke plant gezogen, dan is 't dier dadelik virulent (afgezien van de noodzakelike incubatie). Er worden geen proeven vermeld over 't behoud van de smetstof tijdens 'n verveling, slechts schrijven dezelfde auteurs in 'n latere publicatie (114), dat het bekend is, dat nymfen tijdens de vervellingen de virulentie niet verliezen.

'n Belangrijk punt in zake de verhouding tussen virus en insekt is de tijdsduur, welke 't virus in 't insekt in leven kan blijven. CARSNER (27) meent, dat cicaden meer dan 80 dagen virulent kunnen blijven op onkruiden, waarvan bekend was, dat ze onvatbaar voor „curly top" en ook geen virusdragers zijn, terwijl STAHL (113) voor Z.Idaho aanneemt, dat besmette, volwassen dieren 't virus gedurende de winter in stand houden. In Californië met zachte winters heeft 't insekt in die periode nog 'n nieuwe generatie, welke op onkruiden leeft, waarvan vele vatbaar zijn voor „curly top". De cicade is hier overbrenger van 't virus van en naar de bieten en houdt het in stand in de periode tussen 't rooien der bieten en 't verschijnen van de vatbare onkruiden, welke periode volgens CARSNER tot enkele maanden kan bedragen. In Z.Idaho is er één generatie per jaar, de dieren overwinteren in verdovingstoestand. Ook SEVERIN (104) heeft hier over geëxperimenteerd door een, op 'n zieke plant opgegroeide cicade na de laatste vervelling dageliks op 'n nieuwe, gezonde

plant over te brengen. Hij komt tot 't besluit, dat prakties genomen dergelike dieren hun gehele leven virusdrager blijven, al wordt niet iedere plant, waarop ze zuigen, geïnfekteerd.

In 't algemeen schijnt de kans op gelukken van infekties zeer groot; verschillende onderzoekers, o. a. SEVERIN (103, 104) vermelden bij de hierboven besproken feiten gunstige uitkomsten met één of enkele dieren. Eigenaardig is de waarneming van de laatste, dat 'n virusdragend individu niet steeds virulent is: perioden van gelukte infekties wisselen af, met perioden van negatieve resultaten. Men zou geneigd zijn in 't dier in wisselende produktie van infektiemateriaal te veronderstellen. Dergelike waarnemingen doen CARSNER en STAHL (28). Deze laatsten vonden ook, dat de hevigheid en de snelheid van 't verschijnen van de eerste symptomen bij de biet onafhankelik is van 't aantal cicaden en de tijdsduur van 't zuigen, dus niet bepaald wordt door de hoeveelheid ingebracht virus.

„Aster yellows".

Na enkele voorlopige mededelingen publiceerde KUNKEL (61) in Desember 1926 'n uitvoerige en zeer nauwkeurige studie over de rol, welke de cicade *Cicadula sexnotata* FALL. speelt bij de verspreiding van „aster yellows" in Amerika. Deze ziekte, die in veel opzichten grote overeenkomst vertoont met „curly top", wordt, zover tot nog toe gebleken is, alleen door bovengenoemde cicade overgebracht. Het meest opmerkelike feit is hierbij wel, dat het virus in 't insekt gedurende bijna 14 dagen 'n incubatie moet doormaken, eer de dieren gezonde planten kunnen infekteren. Zeer terecht merkt KUNKEL op, dat het moeilik valt 't virus hier 'n chemies karakter toe te kennen; hij wijst er op, dat deze incubatie overeenkomt met die van enkele parasietiese protozoën in overbrengende insekten, zoals *Plasmodium vivax,* 'n malaria parasiet, in steekmuggen, *Anopheles*-sp. en *Trypanosoma rhodesiense* in de tsetsevlieg, *Glossina*-sp.

Bij voorlopige anatomiese onderzoekingen van virusdragende cicaden heeft hij echter geen afwijkingen kunnen waarnemen.

Overigens gaat evenals bij „curly top" het virus bij vervelling niet verloren, gaat het niet met 't ei over, blijft 'n eenmaal geïnfekteerd insekt in de regel levenslang virusdrager en kan vrijwel ieder individu, dat enige tijd (ongeveer 1 dag) op 'n zieke plant heeft gezogen, na afloop van de incubatie met grote zekerheid 'n

reeks van gezonde planten besmetten. Ook hier verliest 't dier door zuigen op immune plantesoorten niet het infekterend vermogen.

VIRUSZIEKTEN, WELKE DOOR MEERDERE INSEKTESOORTEN WORDEN VERSPREID, MAAR NIET DOOR ELKE WILLEKEURIGE SOORT.

Van deze ziekten is alleen „spinach blight" uitvoerig bestudeerd door McCLINTOCK en SMITH (64). Van de onderzochte insekten gaven de bladluizen *Rhopalosiphum (Myzus) persicae* SULZ., *Macrosiphum solanifolii* ASHM. en *Aphis rumicis* L. en de wants *Lygus pratensis* L. positieve uitkomsten; infekties met de wantsen *Nezara hilaris* SAY, *Euchistus servus* SAY, de aardvlo *Diabrotica 12punctata* CLIVIER en verder met *Thrips tabaci* LINDEMAN, *Smynthurus hortensis* FITCH en S. *quadrimaculatus* RYDER mislukten. Echter zijn naar 't schijnt met alle laatst genoemde insekten slechts weinig proeven genomen, zodat wellicht bij uitgebreider onderzoek het resultaat anders zal uitvallen, al wijzen de proeven met de bladluizen en *Lygus pratensis* er wel op, dat, indien mogelik, infekties gemakkelik gelukken.

Alleen *R.persicae* en *M.solanifolii* zijn uitvoeriger bestudeerd t.o.v. de rol, die zij bij de verspreiding spelen; het bleek, dat beide soorten zich geheel gelijk gedragen. Het bestaan van 'n incubatieperiode van 't virus in 't insekt is niet onderzocht; wel bleek, dat virusdragende dieren reeds bij 5 minuten zuigen planten kunnen infekteren en dat luizen, afkomstig van gezonde planten, na 10 minuten zuigen op zieke 't virus kunnen overbrengen, zodat hiervan blijkbaar zeer kleine hoeveelheden nodig zijn.

Verder bleek, dat 'n eenmaal geïnfekteerde luis grote kans heeft virusdrager te blijven; ook zou 't virus van 't moederdier op de jongen overgaan, zonder dat de dieren op spinazie leven en dit zelfs enige generaties achter elkaar. Dit schijnt een van de manieren te zijn, waarop 't virus gedurende de zomer — wanneer geen spinazie gekweekt wordt in de hier bedoelde streken — in leven blijft. Alle ontwikkelingstadia kunnen de ziekte overbrengen, bovendien gaat met 'n vervelling de besmettingsmogelikheid niet verloren. Uit al deze feiten blijkt, dat ook hier 't virus in sterke mate aan de insekten is aangepast. De kans op 'n gelukte infektie met één of weinig luizen is dan ook groot, terwijl één luis meerdere gezonde planten achtereenvolgens kan besmetten.

In hoeverre tabaksmozaiek tot deze groep gerekend dient te worden, is niet recht duidelik. Geen enkele tot nog toe bestudeerde ziekte van dit type is zo gemakkelik van plant op plant over te brengen; de veronderstelling ligt dan ook voor de hand, dat ieder insekt, hetwelk op een of andere wijze de tabaksplant als voedselbron gebruikt, mozaiek mechanies kan overbrengen.

Toch meent ALLARD (4) aangetoond te hebben, dat van de bladluizen wel *Myzus persicae* SULZ. en *Macrosiphum tabaci* PERG. mozaiek overbrengen, daarentegen niet *Macrosiphum lactucae* KALT. hoewel deze luis zich zeer goed op tabak kan voeden en vermeerderen. Jammer genoeg zijn insekten met bijtende mondelen niet op hun infekterend vermogen onderzocht.

VIRUSZIEKTEN, WELKE OVERGEBRACHT KUNNEN WORDEN DOOR ELK WILLEKEURIG INSEKT, DAT ZICH OP DE WAARDPLANT VOEDT.

Tot deze groep behoort waarschijnlik komkommermozaiek, in Amerika uitvoerig bestudeerd door DOOLITTLE (37) en WALKER (38), waarbij echter de entomologiese kant van 't onderzoek weinig op de voorgrond is getreden. DOOLITTLE vond, dat zowel de bladluis *Aphis gossipii* GLOVER als de aardvlooien *Diabrotica vittata* FABR. en *D. duodecimpunctata* OLIV. ziekteverspreiders zijn. Met andere insekten lukte de overgang weliswaar niet, maar daarmee zijn slechts enkele proeven genomen.

Over de verdere verhouding tussen virus en insekt zijn weinig waarnemingen gedaan, slechts bleek *A.gossipii* 't mozaiek veel gemakkeliker over te brengen dan de kevers. Echter zouden deze laatste belangrijker zijn door hun groter aantal en vroeger optreden; mozaiek zou n.l. reeds voor het verschijnen van bladluizen aanwezig zijn. Reeds voor 1920 was het uit enkele proeven aan DOOLITTLE gebleken, dat *D. vittata* 3 weken na 't vreten op mozaiekzieke komkommer niet meer in staat is infektie teweeg te brengen (37, blz. 45); door uitgebreidere proeven heeft hij in samenwerking met WALKER (38) aangetoond, dat 't virus hoogst waarschijnlik niet in dit insekt zal kunnen overwinteren.

De grotere zekerheid waarmee bladluizen de ziekte overbrengen, wordt door DOOLITTLE verklaard uit 't feit, dat bladluizen met hun zuigsnuit tot op 't phloëem doordringen. Dit wordt echter niet waarschijnliker gemaakt door andere proeven van hem, waarbij bleek, dat slechts geringe beschadiging van de bladharen

met 'n virusdragend voorwerp in staat is 'n plant te besmetten. 't Lijkt dan ook niet uitgesloten, dat bij nadere bestudering van dit en andere gevallen, waarin meerdere insekten 'n virusziekte overbrengen, blijken zal, dat de door mij onderscheide tweede en derde groep van virusziekten verenigd dienen te worden tot één grote groep, waarvan 't kenmerkende is, dat vrijwel alle insekten met meer of minder grote zekerheid de ziekte mechanies kunnen over brengen, terwijl er bovendien een of enkele zijn (zo ver de waarnemingen gaan bijna steeds bladluizen), waaraan 't virus zich in sterkere mate heeft aangepast, zodat er 'n nauwere biologiese verhouding is ontstaan.

Er zijn nog 'n aantal virusziekten, waarvan alleen bekend is, dat ze door een of ander insekt worden overgebracht en wel in de regel door bladluizen. In deze gevallen is dus niet alleen de mogelikheid van 'n specifieke verhouding tussen virus en insekt buiten beschouwing gelaten, maar heeft men ook niet onderzocht of meerdere insekten als verspreiders in aanmerking kwamen.

De voornaamste van deze ziekten zijn:

Mozaiek van suikerbiet overgebracht door *Myzus persicae* volgens ROBBINS (95), door *Aphis fabae* volgens BÖNIG (18) Mozaiek van mosterd, knolraap en andere cruciferen door *M.persicae*, SCHULTZ (97);

mozaiek van sla eveneens door *M.persicae*, JAGGER (54);

aardbeien „yellows" door *Myzus fragaefolii*, PLAKIDAS (85);

klavermozaiek door *Macrosiphum pisi*, DICKSON (35);

bonemozaiek door *Macrosiphum solanifolii*, NELSON (73);

„cowpea"mozaiek door „bean leafbeetle", C. E. SMITH (106);

ertemozaiek door *Macrosiphum pisi*, DOOLITTLE en JONES (39);

„rosette disease" van aardnoten door *Aphis leguminosae*, STOREY en BOTTOMLEY (115);

mozaiek van tomaat door de aardvlo *Epithrix cucumeris*, DICKSON (36) en door *Pseudococcus citri* volgens OLITSKY (75), welke met 'tzelfde insekt ook tabaksmozaiek overbracht;

„stunt disease" (mozaiek) van rijst door de cicade *Nephotettix apicalis* volgens TAKAMI (118);

„bunchy top" van bananen door de bladluis *Pentalonia nigronervosa*, GODDARD (44);

„bunchy top" van „Manilla hemp" *(Musa textilis)* eveneens door *P. nigronervosa*, OGFEMIA (74).

VIRUSZIEKTEN, DIE MEN NIET DOOR INSEKTEN HEEFT KUNNEN OVERBRENGEN.

Hiertoe behoren o. a.: „little peach", „peach yellows" en „rosette disease" bestudeerd door BLAKE en m.w. (15) en McCLINTOCK (65), „Sandal spike" door COLEMAN (32) en „rosette disease" of mozaiek van rogge en tarwe, McKINNEY (67).

Wellicht ook de phloëemnecrose van koffie, STAHEL (111), „reversion" van zwarte bes, MASSEE (63), serehziekte van 't suikerriet, quercina (infectious graft) van *Datura,* BLAKESLEE(16).

Ten opzichte van de „rosette disease" van granen dient nog opgemerkt te worden, dat deze ziekte wel door de grond overgaat en ook in de grond overblijft. Het is echter niet bekend of daarbij de bodemfauna 'n rol speelt.

Tot deze groep dienen ook gerekend te worden de infektieuse chlorosen bestudeerd door BAUR (13), zoals het besmettelik bont van *Abutilon, Ligustrum, Laburnum* e. a.

Enkele Amerikaanse onderzoekers zien overeenkomst tussen virusziekten en sommige typiese beschadigingen door zuigende insekten veroorzaakt, zoals stigmonose van violieren bestudeerd door WOODS (127), „hopperburn" op aardappel veroorzaakt door de cicade *Empoasca mali,* KOTILA (57) e. a., en een dergelike beschadiging door dezelfde cicade aan appelbladeren, GRANOVSKY (49).

Deze „ziekten" zijn echter in hun ontstaan niet beperkt tot insekten, welke reeds eerder op 'n beschadigd blad gezogen hebben, maar worden, zover de gegevens strekken, te weeg gebracht door ieder insekt van de betreffende soort, ongeacht de herkomst. De beschadiging is danook steeds plaatselik, verbreidt zich niet vanuit 't blad, waarop gezogen is, terwijl het ontstaan niet beperkt schijnt te zijn tot nog onvolgroeide plantedelen. Men zou deze reakties van de plant op het zuigen van insekten eerder kunnen vergelijken met de verhoudingen, welke bestaan bij de galvorming.

SAMENVATTING.

Uit de tot nog toe door verschillende onderzoekers gevonden feiten dient, wat de praktiese kant betreft, allereerst de konklusie getrokken te worden, dat men voor iedere ziekte van 't virustype

weer opnieuw de verhoudingen moet bestuderen, niet slechts bij ziekten van verschillende gewassen, maar ook bij meerdere ziekten van één gewas, zoals o. a. blijkt bij „curly top" en mozaiek van suikerbiet, mozaiek en streak van suikerriet en mais. Het is danook 'n principiële fout om zooals K. M. SMITH (108) doet bij de opzet van z'n onderzoekingen omtrent de betekenis van verschillende zuigende insekten voor de virusziekten van de aardappel, uit te gaan van de veronderstelling, dat deze ziekten wel mechanies verspreid zullen worden.

Wat de teoretiese zijde van 't vraagstuk aangaat, springt het meest naar voren het feit, dat in de onderscheiden gevallen 't virus zeer verschillend aan het insekt is aangepast. Daarnaast valt op te merken, dat in de best bestudeerde gevallen die aanpassing zich schijnt te beperken tot één of weinig insekten. Daardoor wordt wel haast onweerstaanbaar de konklusie opgedrongen, dat de verschillende virussoorten levende organismen moeten zijn, die in ieder afzonderlik geval op 'n zeer eigen wijze aan plant en insekt zijn aangepast.

OVERZICHT VAN 'TGEEN BEKEND IS OVER DE VERHOUDING VAN INSEKTEN TOT DE VERSPREIDING VAN VIRUSZIEKTEN BIJ DE AARDAPPEL.

Eerst betrekkelik lang nadat men de virusziekten van de aardappel, in 't biezonder bladrol, in studie had genomen en men met verschillende andere teorieën de verspreiding niet afdoende had kunnen verklaren (zie hierover o. a. dissertatie OORTWIJN BOTJES (77)), hebben SCHULTZ e. m. (98) voor mozaiek en OORTWIJN BOTJES voor bladrol de verspreiding door bladluizen aangetoond. In Amerika gelukte dit met *Myzus persicae* en *Macrosiphum solanifolii*, in ons land met *M.persicae*. (Tegelijker tijd slaagden ook mozaiekinfekties met *M.persicae* uitgevoerd door QUANJER, zie diss. OORTWIJN BOTJES (77, blz. 68 en 69.)

In 'n aantal volgende publicaties hebben SCHULTZ en FOLSOM voor de door hen beschreven virusziekten verspreiding door bladluizen aangetoond (99, 100, 101, 102). Proeven met de Coloradokever, *Leptinotarsa decimlineata*, en met de komkommeraardvlo, *Epithrix cucumeris*, mislukten. In de laatste publikatie meenden ze 'n geval van ongekontroleerd optreden van mozaiek te moeten toeschrijven aan de aanwezigheid van thrips, maar in dit geval was ook de motluis *Asterochiton vaporariorum* aanwezig. Wel wijzen ze er op, dat ook WHETZEL (123) meent, dat thrips mozaiek van Eucharis-lelies kan verspreiden, maar deze heeft daar even weinig bewijzen voor als zij zelf. In hetzelfde artikel tonen SCHULTZ en FOLSOM aan, dat *Aphis abbreviata* PATCH tenminste mozaiek kan overbrengen. OORTWIJN BOTJES verkreeg bij z'n proeven met wantsen wel bladrol, maar de uitkomsten waren niet betrouwbaar, doordat ook luizen aanwezig geweest waren.

In 1922 toonde ATANASOFF (7) aan, dat streak (stippel streep) door bladluizen *(M.persicae)* wordt overgebracht. Dit lukte hem voorlopig alleen door luizen van spruiten van zieke knollen op die van gezonde over te brengen; bij oudere planten slaagde hij daarin niet. MURPHY (70) bracht op dezelfde manier bladrol over.

In 1923 publiceerde MURPHY (70) 'n proef met vier planten, waarop respektievelik wantsen, twee soorten van cicaden en aardvlooien gebracht waren, alle afkomstig van bladrolzieke planten. Alle vier planten werden ziek; ook de kontrolle plant afkomstig van dezelfde knol als die, waarop aardvlooien waren gebracht, had in de nateelt bladrol, zodat deze plant werd uitgeschakeld. Het resultaat van de drie overblijvende planten kan echter niet voldoende betrouwbaar geacht worden, aangezien deze planten, nadat de insekten er op gebracht waren, niet meer op afwezigheid van bladluizen gekontroleerd zijn. Uit 't werk van SCHULTZ en FOLSOM en ook uit de later te behandelen onderzoekingen blijkt de kans op infektie met andere insekten dan bladluizen zo gering, dat 100 % sukses bij 'n dergelik klein aantal planten wel in sterke mate medewerking van bladluizen doet vermoeden. MURPHY (71 blz. 3) betoogt nog de waarschijnlikheid, dat allerlei insekten de virusziekten van aardappel mechanies kunnen overbrengen, op grond van het feit, dat SCHULTZ en FOLSOM erin geslaagd zijn enkele ziekten kunstmatig met sap over te brengen. Ook dit is minder juist, daar b.v. malaria, waar de parasiet zeer sterk aan de mug is aangepast, toch de ziekte kunstmatig met 't bloed van mens op mens is over te brengen. In 1926 publiceert hij nog één gelukte infektie met bladrol en de wants *Calocoris bipunctatus* (62).

Ten slotte dient 'n onderzoek van Kenneth SMITH vermeld te worden over de verspreiding van mozaiek (109). Hij deed z'n proeven met de bladluizen *Myzus persicae, Macrosiphum gei* (*solanifolii*) en *Myzus circumflexus,* de motluis *Asterochiton vaporariorum,* de cicaden *Eupteryx auratus* en *Zygina pallifrons* en de wantsen *Lygus pabulinus* en *Calocoris bipunctatus.* De proeven waren in 1922 aangevangen, mislukten de eerste jaren steeds. In 1925 werden met de eerste 4 genoemde insekten 2 planten geïnfekteerd, met de overige telkens 1 plant. Van de planten behandeld met *M.circumflexus* waren ook de kontrolle ziek, van de andere waren, die behandeld met *M.persicae,* geheel ziek, met *M.gei* grotendeels, met *A.vaporariorum* 1 plant gedeeltelik ziek, de andere gezond; van de beide planten, waarop cicaden waren gebracht, was telkens 1 knol ziek, terwijl de wantsen geen ziekte hadden overgebracht.

SMITH ziet de oorzaak van de door hem gevonden verschillen in infekterend vermogen bepaald door de reeds eerder onder-

zochte kans op het aanboren van 't phloëem bij 't zuigen (108), zich daarbij baserend op 'n zuiver mechanies overbrengen van 't virus door alle insekten. Het is duidelik, dat dit laatste bewezen dient te worden. Infekties met bladluizen op spruitende knollen mislukten.

Dat insekten en vooral bladluizen 'n belangrijke rol spelen bij de verspreiding van bladrol en andere virusziekten van de aardappel, bleek eveneens uit de veldwaarnemingen, speciaal bij de z.g. afstandsproeven, waarvan de resultaten beschreven zijn door QUANJER (88 en 90) en QUANJER en ELZE (91). Uit deze proeven bleek bij vergelijking tussen het aantal insekten en de uitbreiding der ziekten in dit opzicht in 't biezonder 'n verband te bestaan met de talrijkheid van de bladluizen.

ENTOMOLOGIES ONDERZOEK.

INLEIDING

Van de voornaamste insekten, welke op aardappel voorkomen, zijn de systhematiese en biologiese biezonderheden slechts in zoverre behandeld als deze voor dit onderzoek van belang waren.

Uit 't literatuuroverzicht, speciaal dat over de virusziekten van de aardappel, blijkt dat vooral bladluizen van betekenis zijn, waarom hieraan de meeste aandacht is besteed. Van de andere *Rhynchoten* (Halfvleugeligen) spelen bij de overbrenging van meerdere virusziekten cicaden 'n rol, terwijl wantsen slechts van geringe betekenis schijnen te zijn.

Bij de bladluizen volg ik de indeling in geslachten van THEOBALD (121), gepubliceerd in „The Plantlice or Aphididae of Great Britain" deel I, 1926, blz. 31 e. v. THEOBALD heeft daarin met geringe wijzigingen 't systheem van BAKER (11) overgenomen. 'n Voordeel van dit systheem is dat 't betrekkelik weinig geslachten aanneemt. THEOBALD heeft danook vele van de in de laatste jaren gevormde geslachten (b.v. door MORDWILKO, del GUERCIO, van der GOOT e. a.) laten vervallen. Hiertegenover staat, dat de kleinere geslachten bij b.v. v. d. GOOT (46) soms in meerdere mate eenheden vormen; zo zijn de soorten *Myzoides persicae* en *M.cerasi* verenigd in 'n groep, welke reeds op 't eerste gezicht gemakkelik van andere te onderscheiden is, terwijl THEOBALD nu in 't geslacht *Myzus* naast de twee bovengenoemde soorten 'n aantal andere heeft ondergebracht, die vroeger algemeen tot 't geslacht *Macrosiphum* werden gerekend, b.v. *M.circumflexum* en *M.pseudosolani*. Hierdoor wordt ook de begrenzing van laatst genoemd geslacht minder scherp.

Behoudens een enkele uitzondering zijn hier slechts die insekten behandeld, welke vrij algemeen op aardappel gevonden worden.

BLADLUIZEN *(Aphididae); Myzus persicae* SULZ.

Deze is het talrijkst en het meest algemeen verspreid op aardappel; is bekend als de groene perzikluis, in Amerika vooral als „spinach aphid".

Deze luis is dioecies, in de herfst vindt men de geslachtelike vormen op perzik, waar ook de eieren gelegd worden. THEOBALD (121) noemt behalve perzik nog: *Daphne, Brassica* en enkele

Prunus-soorten. Ook v. d. GOOT (46) heeft op deze laatste geslachtelike vormen gezien, maar schijnt evenmin als ikzelf in 't voorjaar de fundatrices gevonden te hebben. Toch lijkt 't zeer waarschijnlik, dat deze luis in staat is op andere *Prunus*-sp. dan perzik te overwinteren en voorjaarsgeneraties te vormen, daar niet alleen *M.persicae* zeer polyphaag is, maar ook gemakkelik tot eierenleggen overgaat. Zo heb ik, door in 't najaar het migreren te beletten, op aardappelplanten ovipare wijfjes en eieren verkregen, iets wat bv. met *Aphis rhamni* en *A.fabae* niet lukt. In Engeland heeft men meermalen eieren op aardappelknollen gevonden.

In 't voorjaar verschijnen de ongevleugelde fundatrices, welke evenals de volgende zomergeneraties vivipaar zijn en zich ongeslachtelik voortplanten. In ons land schijnen echter weinig eieren de winter door te komen behalve op kasperzikken, die in 't voorjaar soms dicht met luizen zijn bezet. Na 1—3 generaties verschijnen gevleugelde migranten, welke naar tal van kruidachtige planten vliegen. Op deze zomervoedsterplanten verschijnen nu 'n wisselend aantal gevleugelde en ongevleugelde generaties, tot in 't najaar gevleugelde mannetjes en de sexuparen naar de perzik terugkeren; de laatste brengen daar de ovipare, geslachtelike wijfjes voort.

In kassen komt 'n luis voor bekend als *Rhopalosiphum dianthi* BUCKT., die zeer veel overeenkomst vertoont met *M.persicae* en waarvan alleen de ongeslachtelike, vivipare vorm bekend is. Meestal beschouwd men *R.dianthi* als synoniem met *M.persicae*, 'tgeen nog eens in 'n uitvoerige studie door HORSFALL (51) bevestigd is. Hoewel ik hierover geen biezondere studie gemaakt heb, is me nooit 'n morphologies verschil opgevallen, ook leek er geen onderscheid te bestaan in keuze van voedsterplant, terwijl zowel de „perzikstam" als de „kasstam" in 't najaar op perzik was over te brengen of in 'n warme kas ongeslachtelik voort te kweken. Toch is het niet uitgesloten, dat *M.persicae* 'n verzamelnaam is voor 'n aantal erfelik gefixeerde rassen, die perzik als gemeenschappelike wintervoedsterplant hebben of wel ieder één van de door THEOBALD opgesomde planten. THEOBALD geeft 'n aantal morphologiese variëteiten, op verschillende voedsterplanten gevonden. Hij schijnt echter niet nagegaan te hebben of deze verschillen erfelik waren dan wel modificaties afhankelik van de verkozen voedsterplant.

In de tropen komt *M.persicae*, evenals hier in de kassen, uitsluitend in de ongeslachtelike vorm voor; is daar vooral bekend als tabaksluis.

De migranten, welke in de voorzomer de perzik verlaten en de vermoedelik veel talrijker gevleugelde, die omstreeks dezelfde tijd in de kassen optreden, kan men vanaf half Junie tot begin Julie, soms eerst midden Julie, op de aardappel vinden, waar ze nieuwe kolonies stichten. De eerste generatie in deze kolonies is, zover ik heb kunnen nagaan, steeds ongevleugeld; eerst later, in Augustus, verschijnen generaties, welke uit 'n mengsel van gevleugelde en ongevleugelde bestaan. Ook anderen o. a. DAVIDSON (33) hebben opgemerkt, dat gevleugelde bladluizen in 't algemeen ongevleugelde jongen krijgen, terwijl ongevleugelde beide vormen naast elkaar kunnen voortbrengen.

De migranten in Junie—Julie vormen, tenminste bij deze soort, nooit grote kolonies; nadat ze een of enkele, zelden meer dan vijf jongen hebben voortgebracht, verlaten ze de plant weer, hoogst waarschijnlik om op 'n reeks van volgende planten 'tzelfde te herhalen. In 1926 heb ik begin Julie dit verschijnsel gekontroleerd door enige dagen achtereen planten, waarop gevleugelde exemplaren voorkwamen, te merken en met datum te noteren: in de grote meerderheid der gevallen was de luis binnen 3 dagen verdwenen. Het gevolg hiervan is, dat men, omstreeks midden Julie door 'n aardappelveld gaand, slechts weinig luizen konstateert, maar bij nauwkeurige beschouwing vindt men op 'n hoog persentage der planten enige ongevleugelde luizen, meest nog larven en slechts op betrekkelik weinig planten gevleugelde. Aan dit verschijnsel moet het worden toegeschreven, dat velen o. a. MURPHY (70) de betekenis van bladluizen als verspreiders van virusziekten onderschat hebben. Dat echter 'n dergelik zwervend leven van de migranten van grote betekenis voor die verspreiding kan zijn zonder in dierekt verband te staan met het numeriek aantal, is duidelik. De juiste waarde zal later (blz. 49) besproken worden, evenals de rol, welke in sommige jaren 't massaal optreden der luizen in Augustus t. o. v. die verspreiding speelt (blz. 56).

Zoals reeds eerder beschreven is, overwintert *M.persicae* als ei op perzik of als luis in kassen, waar de voortplanting blijft doorgaan. Toch dringt zich de vraag op (en dit geldt ook voor

andere bladluissoorten) of zich nog 'n derde wijze van overwinteren voordoet, nl. als aktief insekt in de vrije natuur, zij het dan bij lage temperaturen in 'n toestand van verdoving. Deze vraag dient daarom gesteld te worden, omdat in sommige landbouwstreken weinig of geen perziken aanwezig zijn en ook vrijwel geen kassen. BÖRNER (20) meent, dat in dergelijke gevallen gevleugelde bladluizen met de wind mee over grote afstanden aangevoerd kunnen worden, maar ik wil hier toch ook wijzen op 'n waarneming van THOMPSON (122), die bij 'n studie over 't dierenleven in de grond van bouw- en grasland in de wintermaanden in de zode van 'n weiland enkele levende larven van niet nader gedetermineerde bladluissoorten vond, waaronder ook 'n *Myzus*-sp. In ieder geval heb ik kunnen waarnemen, dat onder gunstige omstandigheden deze soort op overblijvende onkruiden korte vorstperioden kan doormaken, zoals o. a. voorkwam in de laatste decade van Desember 1926.

Myzus persicae komt over 't gehele land voor, is echter in de Noordelike kleistreken en in 't Noord-Westen belangrijk minder talrijk dan in 't overige deel van ons land. Terwijl men in Julie in 't Oosten van ons land (ook in 't Zuiden, speciaal in Z. Limburg zijn de bladluizen talrijk) vaak op bijna iedere plant enkele bladluizen aantreft, kost het dan in Noordelik Groningen en in N. Holland dikwels moeite luizen te vinden. Dat dit verschil niet door de grondsoort bepaald wordt, blijkt uit 't volkomen gelijk gedrag der bladluizen op de zand- en kleigronden rond Wageningen en in Z. Limburg. Men moet hier danook meer aan klimatologiese invloeden denken, in 't biezonder aan invloed van de nabijheid der zee (meer wind of koeler?), KOESLAG (56) en QUANJER (87). Deze invloed is danook langs de gehele Westkust meer of minder sterk merkbaar, behalve daar waar 'n speciale beschutting bestaat, zoals in de proeftuin in 't Westland gebleken is, zie verslag over afstandsproeven door QUANJER en ELZE (91). Merkwaardig is, dat in Groningen de invloed van de zee bijna plotseling verdwijnt op de grens van het veenkoloniale gebied. In Oostwold, ongeveer op die grens gelegen, is 't aantal bladluizen en daarmee de verspreiding van virusziekten uiterst gering; in de eigenlike veenkolonies kunnen daarentegen de bladluizen zeer talrijk zijn, in verband hiermee is de achteruitgang in gezondheidstoestand van de aardappels daar sterk. Wat hiervan de

oorzaak kan zijn, is niet recht duidelik. Mogelik bestaat er werkelik 'n belangrijk klimatologies verschil, waardoor de luizen 'tzij zich vroeger en sterker vermeerderen, 'tzij gemakkeliker overwinteren, of wel moet men denken aan 'n invloed van de zeer zware bemestingen, die in 't algemeen in de veenkolonies gegeven worden, waardoor o. a. 't groeiproces van de planten verlengd kan zijn en daarmee de kans op infektie van de knollen.

Ook in Denemarken blijkt volgens GRAM (48) de verhouding van de verspreiding van bladrol t. o. v. 't klimaat gelijk te zijn aan die in Nederland, t. o. v. de grondsoort juist omgekeerd in zo verre de kleigronden op de eilanden gunstig zijn voor de verspreiding, de zand- en veengronden in 't Noorden (Jutland) echter ongunstig.

De invloed van 't klimaat geldt niet alleen voor verschillen in breedtegraad, maar ook voor verschillen in hoogteligging, zoals gebleken is bij 'n afstandsproef genomen in 't jaar 1925 in samenwerking met Dr. BLATTNÝ uit Praag. Op dezelfde manier als reeds eerder beschreven is door QUANJER (88) werden van twee maal 100 gezonde knollen van de soort Industrie vierde parten uitgepoot te Wageningen, Oostwold, in 'n beschutte, bosrijke omgeving in Bohemen en in 'n minder beschut, hoger gelegen deel van 't Moravies heuvelland. Bij de eerste serie van 100 knollen waren 4 bladrolzieke Paul-Kruger-, bij de tweede serie 4 krinkelzieke Bravoknollen als ziektemaker.

TABEL I.

INVLOED VAN DE STREEK OP DE GEZONDHEIDSTOESTAND VAN DE NATEELT.

Infektiebron: Bladrol.

Streek.	Gezond.	Bladrol.	Niet opgekomen.
Oostwold.	95	1	4
Wageningen.	93	3	4
Moravies heuvelland . . .	81	5	14
Bohemen.	70	23	7

Infektiebron: Krinkel.

Streek.	Gez.	Krink.	Moz.	Bladr.	Niet opgek.
Oostwold	98	—	—	—	2
Wageningen	98	—	—	—	2
Moravies heuvelland	93	3	—	—	4
Bohemen	73	1	10	16	—

Zoals uit tabel I blijkt was de achteruitgang in Bohemen 't sterkst, in Moravië was deze belangrijk minder, evenals in Wageningen en Oostwold. In deze laatste plaats waren in 1925 zeer weinig bladluizen, overigens in hoofdzaak cicaden, hoewel niet talrijk, en enkele aardvlooien. In Wageningen was de toestand ongeveer 'tzelfde, wellicht alle insekten iets talrijker, ook waren er wantsen. In Tsjecho-Slowakije overheersten in 't Moravies heuvelland eveneens de cicaden, eerst einde Augustus werden de bladluizen iets talrijker; in de voorzomer waren de cicaden in groter getale aanwezig dan in Wageningen of Oostwold, ruim 3 cicaden per plant tegen ongeveer 1 op de Nederlandse veldjes. In Bohemen daarentegen overheersten reeds half Julie de bladluizen, vooral *M.persicae*: op 4 planten, zo regelmatig mogelik over 't veld verspreid, waren er toen per plant gemiddeld 20 luizen van deze soort, van andere soorten 2 en 3 cicaden; ook waren er hier meer verschillende insektesoorten.

De mozaiek in 't krinkelperseel in Bohemen is wellicht 'n zwakke vorm van krinkel, het grote aantal bladrolplanten in dit perseel wijst echter op infektie vanuit naburige velden. 't Gering aantal bladluizen in Wageningen gevonden moet toegeschreven worden aan de zeer geïsoleerde ligging tussen gerst aan 3 zijden en weiden aan de Westkant.

Van 'n dergelike proef met Schotse Muis lagen de veldjes in Wageningen, Tuitje Horn bij Alkmaar en in 2 verschillende centra van vroege aardappelteelt in Bohemen, waarvan één meer beschut in 'n dal. Ook bij deze proef waren er op de Nederlandse veldjes weinig insekten, in verband daarmee was de verspreiding van ziekten gering. In Bohemen waren insekten zeer talrijk, ook hier overheersten de bladluizen in sterke mate, in beide veldjes waren danook veel planten ziek geworden.

Duidelik blijkt dus uit deze proeven de afhankelikheid van de verspreiding van virusziekten van de aanwezigheid van bladluizen, vooral *M.persicae* en de invloed van 't klimaat op de vermeerdering van de bladluizen, terwijl cicaden e. d. daardoor minder beheerst worden.

Myzus pseudosolani THEOB.

Deze vrij veelvuldig voorkomende bladluis is ook wel beschreven als *Macrosiphum* (*Myzus*) *solani*, o. a. door GAUMONT (43). Vermoedelik zijn echter onder deze namen verschillende

soorten beschreven, zo heeft de door GAUMONT vermelde *Macr. solani* als hoofdwaardplant (waarop de geslachtelike vormen te vinden zijn) kwee, terwijl van de door THEOBALD (120) nieuw beschreven *Myzus pseudosolani* geen geslachtelike vormen bekend zijn. Ook ik heb deze nooit waargenomen, hoewel ik enige jaren achtereen in de herfstmaanden de gevleugelde, die op afstervende aardappelplanten verschenen, op kwee heb overgebracht. Wel is de luis in staat op deze plant te leven, zij het enigszins kommerlik, maar de voortplanting geschiedt dan steeds ongeslachtelik. Zo is het mij gelukt luizen gedurende de winter 1924—25 in leven te houden. De plant stond onder 'n insektekap in 'n koude kas, was dus tegen regen en wind beschut, de minimum temperatuur kwam vrijwel overeen met die van de buitenlucht, daalde in de periode van 26 Nov.—8 Des., 14—17 Des. en 11—22 Jan. beneden 0° C. met minima van -10 tot -15° C. De maximum temperatuur daarentegen liep bij zonnig weer (ook bij zonnig, vriezend weer) vrij sterk op boven de buitentemp., zodat de temperatuurschommelingen groter waren dan normaal. Daar *M.pseudosolani* onder deze omstandigheden in leven bleef, is het waarschijnlik, dat deze luis als zodanig in staat is te overwinteren.

Ook deze luis is 's winters vrij geregeld in warme kassen te vinden op zeer verschillende planten, in 't biezonder op *Vinca major*. In de vrije natuur schijnt 't insekt voornl. op aardappel te leven; op zwarte nachtschade (*Solanum nigrum*) en andere Solanaceae heb ik 't eveneens gevonden. Op aardappel veroorzaakt *M.pseudesolani* 'n onregelmatig krullen der jonge blaadjes, naar 't schijnt, doordat op de aangestoken plaats de verdere groei belemmerd wordt; dit gaat niet gepaard met necrose. Evenals de voorgaande komt deze luis in 't gehele land voor, maar is over 't algemeen minder talrijk. Wat de ontwikkelingsmogelikheden in 't Noorden en Noord-Westen betreft, geldt hier 'tzelfde als voor *M.persicae*.

Macrosiphum solanifolii ASHM.

Deze luis is volgens THEOBALD (121) synoniem met *M.gei* KOCH en *M.ulmariae* SCHRK. In N.Amerika is *M.solanifolii* zeer talrijk, is daar bekend als „potato aphid" en kan zich soms zo sterk vermeerderen, dat reeds de dierekte schade door voedselonttrekking belangrijk is. In Engeland schijnt de luis eveneens vrij veelvuldig voor te komen, is echter in ons land, althans op aardappel, betrekkelik zeldzaam. Ook deze luis is zeer polyfaag, wat wel 'n alge-

mene eigenschap van de op aardappel levende bladluissoorten schijnt te zijn. Volgens Edith PATCH (81) worden de eieren bij voorkeur op rozen gelegd, vooral op *Rosa rugosa;* cok THEOBALD (121) vond deze luis menigmaal op rozen, mij is dit niet gelukt, geslachtelike vormen heb ik trouwens in 't geheel niet waargenomen.

Waarschijnlik omvat *M.solanifolii* evenals de beide voorgaande *Myzus*-sp. 'n aantal konstante rassen, vandaar dat 't mij niet noodzakelik voorkomt de gebruikelike soortnaam door *M.gei* te vervangen, zolang niet door biologiese proeven de identiteit is vastgesteld, hetgeen zover ik kon nagaan, niet door THEOBALD is gedaan. In Amerika komt naast de groene nog 'n rode variëteit voor, ik heb deze hier nooit gevonden.

M.solanifolii komt vrij geregeld rond Wageningen voor, ik kreeg de soort ook uit Groningen (Veenkolonies) en uit Zeeland, vermoedelik is dit insekt over 't gehele land verspreid.

Aphis rhamni BOYER DE FONSC.

Behoorden de drie reeds behandelde bladluizen tot de groep der *Macrosiphina,* de beide volgende zijn van 'n ander type en wel van 't geslacht *Aphis* uit de groep der *Aphidina.*

De talrijkste van de twee is 'n tamelik kleine luis, waarvan de ongevleugelde geelgroen tot grasgroen, soms botergeel gekleurd zijn, terwijl de gevleugelde 'n zwarte thorax met grasgroen abdomen bezitten. Deze luis was door mij voor 't eerst in 1922 op aardappel gevonden en wel uitsluitend in de Oostelike en Zuid-Oostelike zandstreken. 'n Aantal ongevleugelde en gevleugelde exemplaren opgezonden aan MR. THEOBALD [1]) werden door hem gedetermineerd als *Aphis solanina* PASS., in 1922 door hem opnieuw beschreven (110). Inmiddels had ikzelf deze luis volgens de beschrijvingen van v. d. GOOT (46) teruggebracht tot *Aphis polygoni* v. d. G. of *A.rhamni* BOYER DE FONSC. Van de eerste worden alleen de zomergeneraties (exulae) beschreven, van de laatste de najaarsvormen (gevleugelde sexuparae, ♂♂ en geslachtelike ♀♀) en voorjaarsgeneraties (fundatrices, 2e ongevleugelde, vivipare generatie en de migranten). In 1923 en 1924 heb ik daarom op *Polygonum*-sp. en *Rhamnus* naar deze blad-

[1]) Voor de bereidwilligheid waarmee MR. THEOBALD m'n soortbepalingen van deze en andere Aphididae heeft willen kontroleren, zij hem hier dank gebracht.

luizen gezocht, aanvankelik alleen op *R.frangula* (vuilboom), 'n struik, die algemeen in de zandstreken tussen het eikenhakhout voorkomt. Ik slaagde er echter niet in 'n dergelike luis te vinden, tot ik in 1924 in 't arboretum van de Landbouw-Hogeschool op *Rhamnus cathartica* (wegedoorn) talrijke groene bladluizen vond, welke veel overeenkomst vertoonden met *Aphis solanina*. Ik bracht daarvan migranten over op aardappelplanten, hetgeen zeer goed gelukte. De daaruit voortkomende gevleugelde en ongevleugelde exulae waren volkomen gelijk aan de in 't wild gevonden *A.solanina*. In 1925 gelukte het me van *A.solanina*, van aardappel afkomstig, sexuparae en ♂♂ over te brengen op wegedoorn, waar weldra ovipare ♀♀ verschenen, die na met de ♂♂ gepaard te hebben, eieren legden. Zodat ik de identiteit van *A.solanina* PASS. met *A.rhamni* BOYER DE FONSC. bewezen heb, waarvan de eerste naam, als zijnde de jongste, tot 'n synoniem moet worden verklaard. Indien tenminste de opvatting van THEOBALD juist is, dat de zomergeneratie van *A.rhamni* op aardappel identiek is met de door PASSERINI beschreven *A.solanina*.

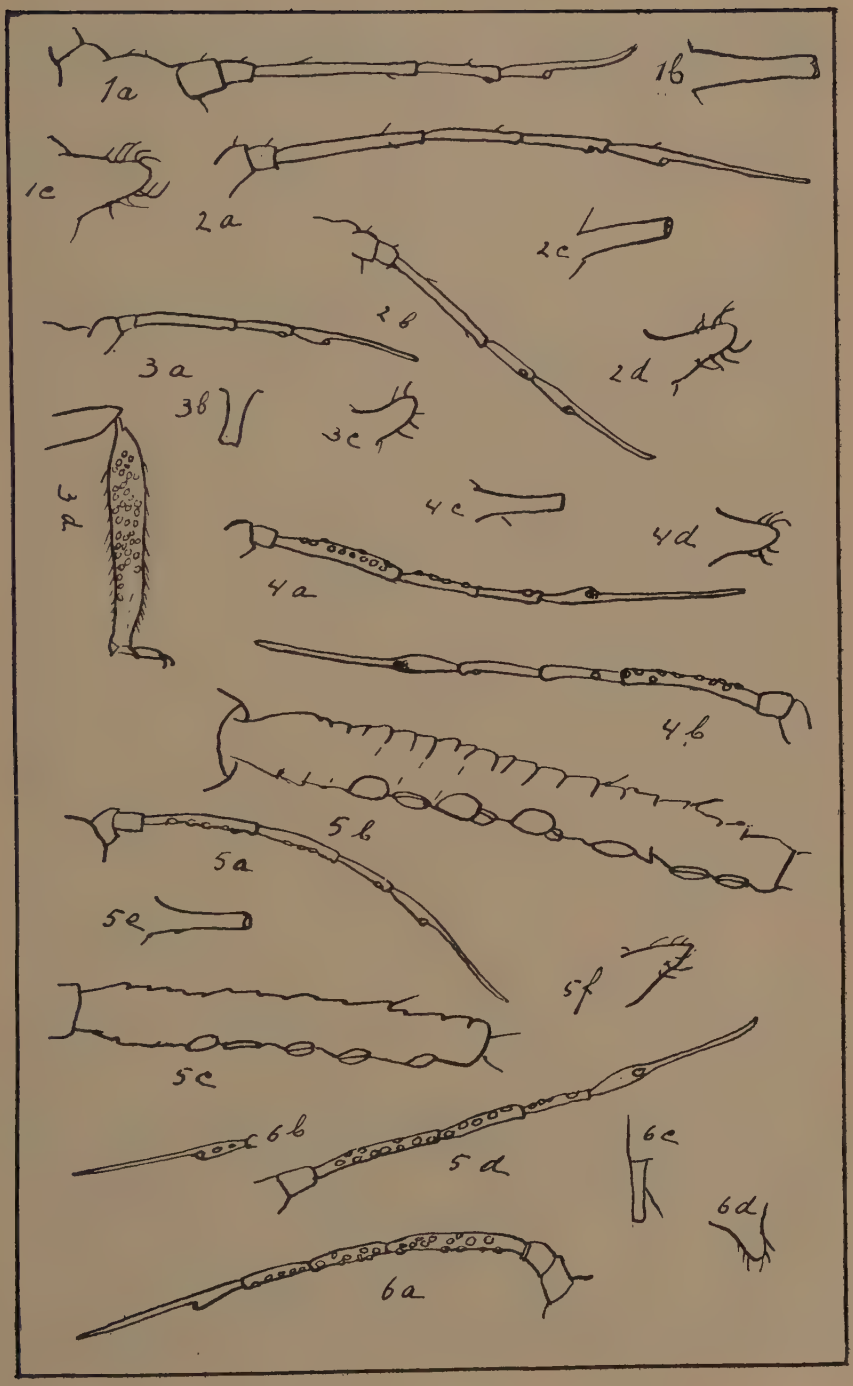
De volledige beschrijving luidt nu (fig. 1—6).

F u n d a t r i c e s : lichaam groen, evenals de siphunculi en cauda; poten, sprieten en zuigsnuit bijna kleurloos met donkere uiteinden, soms ook de siphunculi aan de top iets donkerder. Sprieten zeer kort, ongeveer ⅓ van lichaamslengte, 5 sprietleden, lengteverhouding laatste 3 leden 22 : 11 : (7 + 12); siphunculi cilindries, kort, weinig langer dan de cauda. (fig. 1 a—c)

O n g e v l e u g e l d e , v i v i p a r e w i j f j e s : op Rhamnus groen, op aardappel meest geel, soms groen; overigens kleurverdeling als bij de fundatrices. Poten en sprieten krachtiger ontwikkeld dan bij de fundatrices. Sprieten meest 6-ledig, soms 5-ledig, lengte verhouding laatste leden gemiddeld 19 : 13 : 11 : (8 + 19) of 21 : 9 : (7 + 13) (fig. 2 a—d). De individuen, welke in 't najaar de mannelike nymfen voortbrengen zijn donkerder door het doorschijnen van de donkere nymfen.

O v i p a r e w i j f j e s in hoofdzaak als de voorgaande, meest kleiner, sprieten 5-ledig, lengteverhouding 13 : 7 : (5 + 12) zoals gewoonlik zijn de tibia sterk verdikt en bezet met talrijke sensoriën (fig. 3 a—d).

G e v l e u g e l d e , v i v i p a r e w i j f j e s : kop en thorax zwart, abdomen groen met enige donkere vlekken op zij; sprieten, poten en zuigsnuit ongekleurd, maar met meer zwart op de


1a
1b
1c
2a
2c
2b
2d
3a
3b
3c
3d
4c
4d
4a
4b
5b
5a
5e
5f
5c
6b
5d
6c
6d
6a

geledingen en uiteinden dan de ongevleugelde vormen. Siphunculus groen-zwart, vooral aan 't uiteinde donker evenals de cauda. Sprieten 6-ledig, lengteverhouding gemiddeld 20 : 12 : 11 : (8 + 18), sterk variërend. Bij de zomergeneraties (fig. 4 a—d) op 't 3e sprietlid gemiddeld 10 sekundaire rhinariën, op 't 4e 1—5, bij de voor- en najaars migranten (fig. 5 a—f, 5b en c: 3e en 4e lid van 5a sterker vergroot) vaak ook enkele sekundaire rhinariën op 't 5e lid.

Gevleugelde mannetjes: kleur als bij de gevleugelde wijfjes, nog iets donkerder; de nymfen zijn olijfgroen. Sprieten 6-ledig, lengteverhouding 19 : 11 : 9 : (7 + 18), aantal sekundaire rhinariën in dezelfde volgorde gemiddeld 18, 12, 6 en 0—2 (fig. 6 a—d).

Ongeveer tegelijker tijd vond Edith PATCH (82) in Amerika op aardappel 'n *Aphis*-soort, door haar beschreven als *A.abbreviata* en waarvan ze weldra konstateerde, dat de primaire voedsterplant *Rhamnus cathartica* (Buckthorn) was (83). Uit de beschrijving, welke ze van *A.abbreviata* geeft (84, blz. 43 e. v.), blijkt duidelik, dat deze luis geheel gelijk is aan *A.rhamni* BOYER DE F., zodat de door haar ingevoerde naam eveneens als 'n synoniem moet worden beschouwd. Miss PATCH veronderstelt reeds de mogelikheid, dat *A.abbreviata* identiek zou zijn met *A.frangulae* (KALT) KOCH (syn. *A.rhamni* KALT.), 'n luis, welke in Europa, ook in ons land, voorkomt op *Rhamnus frangula* en waarvan de zomervoedsterplant nog niet bekend is. Deze luis vertoont echter duidelike verschillen met de hier beschreven, o. a. zwarte syphunculi en moet derhalve als 'n zelfstandige soort beschouwd worden. (In 't arboretum der Landbouw Hogeschool, waar verschillende *Rhamnus*-sp. naast elkaar staan, komt *A.frangulae* alleen op *R.frangula* voor, terwijl *A.rhamni* op *R.cathartica* en enkele uitheemse *Rhamnus*soorten te vinden is maar niet op *R.frangula*.)

't Blijkt dus, dat *A.rhamni* evenals de andere aardappelluizen tot de kosmopolieten behoort, eveneens is deze luis zeer polyfaag. Edith PATCH noemt tal van planten, waarop de exulae gevonden zijn in Amerika, in Europa zou dit insekt ook op *Polygonum*-sp. voorkomen volgens BÖRNER (21) en v. d. GOOT; ik heb hierover niet veel waarnemingen kunnen doen, maar wel gekonstateerd, dat *A.rhamni* vrij veelvuldig op *Phaseolus vulgaris* voorkomt.

't Is me niet gelukt vivipare ♀♀ in 't najaar in warme kassen

zich ongeslachtelik te laten voortplanten, steeds traden geslachtelike vormen op, eieren werden echter op aardappel niet gelegd. Tot nog toe heb ik *A.rhamni* alleen in de zandstreken waargenomen, of 't dier ook voorkomt op de geestgronden achter de duinen, waar *R.cathartica* vrij talrijk groeit, is me niet bekend.

Aphis fabae Scop.

'n Vijfde bladluis, welke menigmaal op aardappel te vinden is, behoort tot de *Aphis rumicis*-groep; voor zover mij bekend, schijnt 't steeds *Aphis fabae* SCOP. te zijn, 'n zeer polyfage soort, die vooral leeft op *Vicia faba, Beta vulgaris* en Papaverachtigen en in de geslachtelike vorm voornl. op *Evonimus europaeus.* Zelden is deze bladluis op aardappel talrijk, schijnt alleen daarop over te gaan als de gewone voedsterplanten in de nabijheid staan en de luis zich daarop sterk vermeerderd heeft. Eigenaardig is het, dat in dit opzicht plaatselike verschillen bestaan. In Wageningen, waar op de proefvelden van 't Instituut aardappels meermalen tussen *Vicia faba* of *Beta vulgaris* werden verbouwd, was ondanks dit feit de overgang van *A.fabae* meestal gering. Ook luizen op aardappel gevonden en daarop onder insektekooien verder gekweekt, bleven in de regel wel in leven, maar plantten zich slechts uiterst langzaam voort. In Z.Limburg was daarentegen deze zwarte bladluis op aardappel veel algemener, zonder echter talrijk te worden. Volgens MAYNÉ, 'n Belgies entomoloog, zou in België *A.fabae* of 'n daarmee verwante bladluis een van de veelvuldigste luizen op aardappel zijn (mondelinge mededeling); ook in Oost-Duitsland schijnt deze soort hierop vrij talrijk voor te komen, zie o. a. SCHAFFNIT (96).

Behalve de beschreven bladluissoorten schijnen nog wel andere af en toe op aardappel voor te komen. Deze zijn echter, altans in ons land, van geen betekenis, zodat ik deze niet nader in studie heb genomen. Alleen dient nog vermeld te worden, dat 'n enkele keer 'n wortelluis, *Tychea phaseoli* PASS. gevonden is, nl. in Wageningen en in de Wilhelminapolder bij Goes. Dit insekt was in Nederland nog niet eerder op aardappel waargenomen, schijnt overigens betrekkelik zelden te zijn.

ANDERE RHYNCHOTEN.

Hiervan dienen in de eerste plaats vermeld te worden de cicaden, waarvan in ons land op aardappel 't talrijkst zijn *Eupteryx*

auratus LIV. en *Typhlocyba solani*, syn. *Chlorita flavescens* FAB. en (of?) *viridula* FALL. [1]) Beide soorten komen over 't gehele land verspreid voor en schijnen ook in alle streken vrijwel even talrijk te zijn, grote verschillen tussen Groningen, Wageningen en Z.Limburg zijn me tenminste niet opgevallen. Wel kan men waarnemen, dat in de nabijheid van heggen e. d. deze insekten evenals de meeste andere talrijker zijn, 'n omstandigheid, die in de zandstreken vaker aanwezig is dan in de N. en W. bouwstreken. In de regel is *E.auratus* belangrijk veelvuldiger dan *T.solani;* de talrijke witte vlekjes, die 't typiese beschadigingsbeeld vormen van deze cicaden en die men dikwels op bijna alle planten kan waarnemen, worden in hoofdzaak door *E.auratus* veroorzaakt. Vooral in de nazomer kan men 'n groot aantal aantreffen, waaronder veel larven. Blijkbaar is in de herfst de laatste generatie volwassen en zoekt dan hoogst waarschijnlik 'n schuilplaats om te overwinteren; 'tzelfde geldt voor *T.solani.* In 1926 leek rond Wageningen *T.solani* talrijker dan gewoonlik, *E.auratus* was daarentegen veel minder algemeen, zelfs minder dan *T.solani.* Waaraan dit verschijnsel moet worden toegeschreven, is niet duidelik.

Van de wantsen is alleen 'n *Lygus*soort, vermoedelik *L.pratensis* L. algemeen. Reeds in de voorzomer kan men menigmaal de typiese beschadiging vinden, maar talrijk wordt ook dit insekt eerst in Augustus en volgende maanden.

Behalve bovengenoemde Rhynchoten komen nog verschillende andere tijdelik of meer regelmatig op aardappel voor, ze zijn echter alle van slechts geringe betekenis.

OVERIGE INSEKTEN.

Van deze is alleen de aardappelaardvlo, *Psylliodes affinis* PAYK. in ons land algemeen en komt ook in alle streken vrij regelmatig voor. Het kevertje, waarvan de levenswijze uitvoerig door BÖRNER en BLUNCK (19) beschreven is, overwintert als volwassen insekt en verschijnt reeds vroeg in 't voorjaar, als de planten nog maar even boven de grond zijn. Ook dit insekt is zeer beweeglik, zodat reeds spoedig 'n groot aantal planten tekenen van vreterij vertonen. De eieren worden aan de voet der planten gelegd, de larven leven in de grond en zijn in de eerste helft van Julie volwassen. De nieuwe generatie verschijnt half Julie—half

[1]) Voor de bereidwilligheid waarmee DR. MAC. GILLAVRY deze cicaden voor me heeft willen bepalen, zij hem hier dank gebracht.

Augustus en vreet enige tijd op de aardappelplanten om reeds spoedig het winterkwartier op te zoeken.

Rupsen werden slechts zelden gevonden, meestal behoorden ze tot de soort *Mamestra brassicae* L., welke zeer polyfaag is.

In de grond treft men bij de aardappel de gewone wortelinsekten aan: ritnaalden, aardrupsen, minder vaak emelten en in de maanden Junie-Julie de larven van de aardappelaardvlo.

METODIEK DER INFEKTIEPROEVEN.

Bij de uitvoering van deze proeven moest er naar gestreefd worden alle andere insekten, dan die er opgebracht waren, volledig uit te sluiten. Uitroken van de proefruimten met nicotinepreparaten e. d., om binnengeslopen insekten te doden, is dus niet voldoende, bovendien in vele gevallen niet uitvoerbaar. Om ongewenst binnendringen te voorkomen werd door mij in hoofdzaak gebruik gemaakt van grote, hangende kappen, zoals deze aan 't laboratorium voor aardappelonderzoek zijn ontworpen (fig. 7). Deze kappen zijn aan de onderzijde dichtgebonden om 'n zinken ring, die enige c.M. in de grond is ingedrukt. Hierdoor kunnen de planten geregeld begoten worden zonder de kappen te verwijderen; 't is bij deze proeven nl. gewenst iedere plant afzonderlik in 'n pot op te kweken om ongewilde overgang van bodeminsekten van de ene plant op de andere te voorkomen; deze potten zijn in de grond ingegraven. De kap zelf is een aan beide zijden open zak van neteldoek, hetwelk zo fijn gekozen was, dat het vrijwel uitgesloten geacht kon worden, dat zeer jonge luizen er door heen konden kruipen. Bovendien was de onderlinge afstand der potten te groot, dan dat er veel kans voor 'n enkele ontsnapte luis bestond 'n andere plant te bereiken. Moeilikheden leverde aanvankelik het dichtbinden; de plooien, die daar noodzakeliker wijze bij ontstonden, waren met touw niet voldoende af te sluiten. Daarom is later om de afsluiting aan de onderzijde 'n katoenen band gebonden, waarop 'n iets bredere laag watten genaaid is. Men kan nu verwachten, dat insekten, welke tegen de zinken ring opklimmen, zich in de watten zullen verwarren. Rondom de stang, waaraan de kap is opgehangen, werd 'n prop watten bevestigd en daaromheen de kap dichtgebonden. Was de kap eenmaal om de zinken ring bevestigd, 'tgeen zoveel mogelik gebeurde, voordat de plant boven de grond kwam, dan werd deze slechts bij uitzondering tijdens de proef losgemaakt. Voor 't opbrengen en weghalen van insekten werd het boveneinde geopend, waardoor de kans op invliegen van ongewenste insekten belangrijk kleiner werd.

Fig. 7.

Deze kappen stonden in groepen van twintig in kleine warenhuisjes. Deze bescherming had 't voordeel, dat 't goed minder door weersinvloeden beschadigd werd; de wind, die op de grote, lashangende kappen veel vat heeft, niet de zinken ringen loswerkte en bij het openen der kappen minder kans bestond op het invliegen van vreemde insekten. 'n Nadeel was tot op zekere hoogte, dat de temperatuur soms vrij ver boven de buitentemperatuur kan oplopen, zodat ziektesymptomen niet tot uiting komen. Daar echter ook onder normale omstandigheden de symptomen vaak uitblijven in 't jaar van infektie en door sterke vermeerdering van luizen mozaiekachtige verschijnselen optreden, is men toch gedwongen de nateelt af te wachten, eer men 'n oordeel over 'n proef kan uitspreken.

Vooral de soorten *Myzus persicae* en *M.pseudosolani* kunnen zich in betrekkelik korte tijd zo sterk vermeerderen, dat de planten er hevig onder lijden. 't Is dan noodzakelik de luizen na enige weken te doden; daartoe werden de potten met de kappen nog vastgebonden in 'n kleine, goed gesloten ruimte gebracht en met 'n snelwerkend nicotine-preparaat uitgerookt. Dit werd gedaan in één van de geïsoleerde afdelingen van de warme kassen; voor 't roken werden de kappen losgemaakt, maar bleven in de ruimte. Na 't roken bleven de planten in deze afdelingen, die zodanig zijn ingericht, dat de kans op binnendringen van insekten zo klein mogelik is. Voor meerdere zekerheid werd de beroking af en toe herhaald. 'n Voordeel van deze metode is, dat in de warenhuisjes ruimte vrijkwam voor nieuwe proeven, de kappen kunnen na 't uitroken en goed uitluchten weer worden gebruikt. Planten, waarop andere insekten dan bladluizen waren gebracht werden niet aldus behandeld, maar bleven de gehele groeiperiode onder de kappen in de warenhuisjes. Dit was noodzakelik, daar tegen deze insekten geen gemakkelik te hanteren middel bekend was, waarmee men verzekerd is alle individuen in korte tijd te doden. 't Was ook onnodig, daar die insekten niet zoals de bladluizen de planten zo hevig aantasten, dat deze er aan te gronde gaan.

Met de hier beschreven kappen kan alleen zomers gewerkt worden. De reeds bovengenoemde geïsoleerde afdelingen van de 's winters verwarmde kassen maakten het mogelik ook in dit jaargetijde door te gaan met infektieproeven. Daartoe werden de planten geplaatst onder glazen cilinders van boven afgesloten door 'n stuk neteldoek. Deze cilinders waren 30 of 40 cM. hoog

bij 'n diameter van ongeveer 20 cM.; 't is duidelik, dat alleen jonge, langzaam groeiende planten, dus in 't winter halfjaar, op deze manier behandeld kunnen worden; bij hoge temperatuur wordt bovendien de lucht binnen de cilinder te vochtig.

Bij de tot nu toe besproken metode werd steeds iedere plant afzonderlik behandeld en geïsoleerd. Dit is nogal bewerkelik, brengt dus mee, dat voor iedere proef betrekkelik weinig planten werden gebruikt. Dit vormt geen bezwaar, zolang de kans op 'n gelukte infektie groot is, waar in vele gevallen die kans gering bleek te zijn, zou 'n te klein aantal proefplanten tot verkeerde besluiten aanleiding kunnen geven; dit geldt in 't biezonder als andere insekten dan bladluizen werden gebruikt.

De geïsoleerde afdelingen van de warme kassen boden ook voor dit bezwaar 'n oplossing. In zo'n afdeling werden 'n twintigtal gezonde planten gezet met daartussen enkele planten met de over te brengen ziekte. Iedere plant stond ook hier in 'n afzonderlike pot om bodeminfektie te voorkomen; op bovengronds kontakt werd geen acht geslagen, daar reeds meerdere onderzoekers bewezen hebben, dat dit bij de aardappel geen rol speelt. Zover er met bladluizen geëxperimenteerd werd, bracht ik 'n aantal gezonde ongevleugelde dieren op de zieke planten, waar ze zich konden vermeerderen en langzamerhand over de gezonde verspreiden. Andere, meer beweeglike insekten werden door middel van de glazen cilinders gedwongen enige tijd op de zieke planten te verblijven en voedsel op te nemen. Of wel ze werden, voor zover 't cicaden of wantsen betrof als nymfen op de zieke planten gebracht, vanwaar ze zich na de laatste vervelling konden verspreiden. Aangenomen werd, dat ze, indien met rust gelaten, nog wel na de laatste vervelling op de zieke plant zouden zuigen, hetgeen inderdaad enkele malen is waargenomen.

Tenslotte heb ik infektieproeven met de bladluizen van de soorten *Myzus persicae* en *M.pseudosolani* uitgevoerd op spruitende knollen, zoals reeds beschreven is door ATANASOFF (8) en MURPHY (70). Aanvankelik werd iedere knol afzonderlik behandeld, waardoor slechts weinig luizen op 'n spruit gebracht konden worden, hetgeen ongewenst was, daar veel luizen spoedig dood gingen, vaak nog voordat ze gezogen hadden. Toen bleek, dat prakties alle gebruikte knollen gezond waren, (daar deze proeven 's winters genomen werden, kon dit eerst achteraf gekonstateerd

worden), werden meerdere knollen gemeenschappelik behandeld, hetgeen dan ook betere resultaten gaf.

KONTROLLE.

Bij al deze proeven is gebruik gemaakt van pootgoed afkomstig van 't bedrijf van DR. OORTWIJN BOTJES, die voor 't laboratorium van aardappelonderzoek speciaal gezond pootgoed kweekt. Niettegenstaande daarin inderdaad zeer zelden ziekten voorkwamen, heb ik toch steeds van iedere knol 'n stukje ter kontrolle afzonderlik uitgepoot. Daar het door 't groot aantal planten ondoenlik was de stukjes luisvrij op te kweken, liet ik deze op 't veld uitpoten en werd ermee volstaan tijdig (d. i. voordat de symptomen van nieuwe, primaire infekties beginnen te verschijnen) op gezondheidstoestand te inspekteren. Was bij uitzondering 'n plant verdacht of zelfs ziek, dan werd de gehele knol voor verdere proeven uitgeschakeld. Bij enigzins grotere knollen, zoals meermalen bij de soort Paul Kruger voorhanden waren, werden deze in de regel in 3—5 stukjes gesneden, waarvan één voor kontrolle diende, de andere voor infekties met verschillende ziekten.

Tijdens de proeven werden steeds 'n klein aantal planten onder de kappen geheel vrij van insekten gehouden, deels als bewijs, dat planten waarop geen insekten voedsel kwamen zoeken gezond bleven, deels ter kontrolle, dat de proefinrichting voldeed, wat betreft het willekeurig uitsluiten van insekten. Wat dit laatste aangaat, was de inrichting werkelik voldoende: in 1924 werden op die manier 19 planten opgekweekt, waarvan slechts 1 met luizen bezet bleek; in 1925 waren van 30 planten 4 niet luisvrij gebleven, in 1926 van 24 planten 3. Bij de infektieproeven moet dit aantal naar verhouding geringer geweest zijn, daar in dat geval de planten veel korter aan infektiekans blootgesteld waren.

Wat betreft het gezond blijven van planten, die vrij van insekten werden opgekweekt, kon met 'n klein aantal worden volstaan, omdat het de laatste jaren uit verschillende onderzoekingen wel duidelik geworden is, dat optreden van virusziekten vrijwel uitgesloten is bij geïsoleerd groeiende planten. En wilde men werkelik de onmogelikheid bewijzen, dat planten spontaan ziek worden, dan zou 'n zeer veel groter aantal planten over 'n lange reeks jaren onder zeer verschillende uitwendige omstandigheden geïsoleerd moeten worden voortgeteeld.

Ten slotte was 'n aantal kontrolleplanten nodig om aan te tonen, dat de gebruikte insekten zonder op zieke planten gezogen of gevreten te hebben geen ziekte kunnen teweeg brengen en tevens dat de insekten, welke voor de infektieproeven dienden, vrij van ziektekiemen waren. Voor deze proeven werd zoveel mogelik uitgegaan van luizen opgekweekt uit 't ei of afkomstig van niet-Solanaceae (zie tabel II). Slechts bij uitzondering bleek de nateelt van zo'n voorraadsplant ziek te zijn; in dat geval zijn de planten behandeld met luizen afkomstig van dergelike zieke stammen, bij de beoordeling uitgeschakeld.

Door de grote beweeglikheid van cicaden, wantsen en aardvlooien was het moeilik met deze op dezelfde wijze te handelen. Ze werden trouwens steeds op aardappelvelden verzameld, inderdaad is daardoor weleens 'n andere ziekte overgebracht, dan waarmee geëxperimenteerd werd. Dit was van geen overwegend bezwaar, daar het bij deze insekten er voorlopig alleen om te doen was uit te maken of zij in staat zijn een van de virusziekten over te brengen.

INFEKTIEPROEVEN.

INLEIDING.

Als infektiebron is gebruik gemaakt van ziek materiaal, dat aan dit laboratorium door prof. QUANJER zuiver wordt voortgekweekt en wel aardappels met de ziekten: bladrol (leafroll), mozaiek (common mosaic), krinkel (crincle), stippelstreep (stipple streak of kortweg streak), aucuba bont (aucuba mosaic) en tussennervig mozaiek (Duke of York mozaiek, interveinal mosaic); voor „spindling sprout" is uitgegaan van materiaal, dat zich toevallig voordeed.

Voor de beschrijving van deze ziekten zij verwezen naar die van QUANJER in het Report of the international conference of Phytopathology and Economic Entomology 1923 (89 blz. 24). Buiten beschouwing is gelaten met welke ziekten uit de door SCHULTZ en FOLSOM (101) gebruikte terminologie de hierboven genoemde overeenkomen.

BODEMINFEKTIE.

Voor dat ik overga tot de bespreking van de resultaten der infekties, dient eerst melding gemaakt te worden van enkele proeven genomen om te onderzoeken in hoeverre verspreiding van virusziekten mogelik is bij afwezigheid van insekten en andere dieren zowel boven als in de grond. Reeds SCHULTZ en FOLSOM deden hierover enkele proeven (99, blz. 333; 101, blz. 47; 102, blz. 514) met „mild mosaic" en „spindle tuber", maar konden geen overgang waarnemen. Toch menen enkele onderzoekers, o. a. v. d. GOOT (47) en WHITEHEAD (124), dat verspreiding van virusziekten in de pootrijen 'n grote rol speelt en schrijven dit toe aan ondergrondse infektie al of niet met medewerking van bodeminsekten.

Om dit nauwkeurig na te gaan heb ik in de jaren 1924 en 1925 in één van de reeds vermelde warenhuisjes 10 gezonde knollen van de soort Paul Kruger in de volle grond gepoot afgewisseld met bladrolzieke knollen eveneens in de volle grond; ter kontrolle bevonden zich in 'tzelfde warenhuisje 10 gezonde planten in pot-

ten; alle gezonde planten waren als gewoonlik onder kappen geïsoleerd. Daar in deze grond reeds enige jaren geen planten gegroeid hadden, was 't dierenleven er gering, temeer waar deze grond zeer stijf was. Dit laatste was echter tevens oorzaak, dat de wortels zich weinig ontwikkelden en dus buurplanten waarschijnlik te weinig in kontakt met elkaar kwamen, zodat deze proeven, hoewel alle planten gezond bleven geen uitsluitsel gaven. Daarom zijn later de zieke en gezonde knol, steeds van verschillende soort, in één pot met gekookte grond gepoot, zodat nu 't kontakt zo groot mogelik was en alle dierlik leven volkomen ontbrak. Er was zorg gedragen, dat bij de gezonde knol, waarvan steeds 'n stuk ter kontrolle was afgesneden, voor 't poten op de wondvlakte 'n kurklaag was gevormd.

Op die manier zijn 10 gezonde knollen van de soort Schotse Muis gepoot met bladrolzieke Paul Kruger en 8 gezonde Paul Kruger met krinkelzieke Bravo; in beide gevallen is van overgang der ziekten niets gebleken. Te gelijkertijd zijn 5 andere gezonde Schotse Muis-knollen met bladrolzieke Paul Kruger op gelijke wijze behandeld, doch zijn in 4 gevallen enkele emelten van de soort Tipula paludosa Mgn. toegevoegd en bij de vijfde ritnaalden. Twee van de vier met emelten behandelde planten bleken in de nateelt bladrol te vertonen, zodat de mogelikheid van verspreiding van bladrol door middel van bodeminsekten niet uitgesloten geacht moet worden, 'tgeen nog met de hieronder te bespreken infektieproeven aan waarschijnlikheid wint. Toch dient er hier reeds dadelik op gewezen te worden, dat uit de door dit laboratorium genomen afstandsproeven niet blijkt, dat bodeminsekten 'n ook maar enigzins belangrijke rol spelen bij de verspreiding van virusziekten. Ten eerste wijst niets er op, dat bv. in Groningen de bodeminsekten minder talrijk zouden zijn dan in Wageningen, maar bovendien zijn de nieuwe infekties niet in die mate tot de buurplanten van de ziekmakers beperkt als bij ondergrondse verspreiding te verwachten zou zijn. Wellicht dat op gescheurd grasland bodeminsekten van groter betekenis zijn.

INFEKTIEVERMOGEN VAN VERSCHILLENDE INSEKTEN.

Bladrol.

Uit tabel III a en b blijkt, dat bladrol wordt overgebracht door de bladluizen *Myzus persicae, M.pseudosolani* en *Aphis rhamni,* terwijl er aanwijzingen bestaan, dat ook *A.fabae* de ziekte over-

brengt, hoewel veel minder zeker dan de andere. In dit opzicht lijkt het of ook *A.rhamni* minder gevaarlik is dan de beide *Myzus*-soorten, doch dit kan eerst met zekerheid uit 'n groter aantal proeven blijken. Verder verkreeg ik positieve resultaten met cicaden en wel met *Eupteryx auratus*, met wantsen (*Lygus*-sp.) en aardvlooien; hierboven werd reeds op de mogelikheid gewezen, dat ook bodeminsekten bladrol overbrengen. Knolinfekties gelukten met de beide *Myzus*-soorten.

Uit de gegevens blijkt echter duidelik, dat de infektie met alle andere insekten dan bladluizen veel moeiliker gelukt, zoals reeds op grond van de veldwaarnemingen te verwachten was. Bovendien blijkt, dat niet alleen gevleugelde en ongevleugelde, volwassen bladluizen, maar ook larven in verschillende stadia van ontwikkeling in staat zijn 't bladrolvirus over te dragen. Verder zijn in sommige gevallen gunstige uitkomsten verkregen bij gebruik van 'n klein aantal bladluizen. Uit de volgende tabellen zal men kunnen konkluderen, dat bovengenoemde waarnemingen ook voor de andere virusziekten gelden.

Mozaiek (tabel IV).

Dit werd overgebracht door *M.persicae, M.pseudosolani, A.fabae, Mamestra brassicae* en vermoedelik door *Psylliodes affinis*. Met *A.rhamni*, cicaden en wantsen zijn geen proeven genomen.

Dat de rupsen in staat waren alle planten te infekteren, moet niet toegeschreven worden aan 'n biezondere geschiktheid als virusdragers. De rupsen hebben vanaf 't ogenblik, dat ze uit 't ei kwamen, tot aan de verpopping op de planten geleefd. Naar schatting waren het er ongeveer honderd, waarvan bijna 60 het tot verpopping hebben gebracht. Daar 6 zieke planten aanwezig waren, was de kans op infektie groot, deze werd bovendien nog kunstmatig versterkt, doordat ik af en toe 'n aantal rupsen op de zieke planten terugbracht, die na enige tijd weer vanzelf op de gezonde overgingen. Men mag dus wel aannemen, dat hier de hoeveelheid overgebrachte smetstof in verhouding tot normale gevallen buitengewoon groot was.

Dat aardvlooien mozaiek niet duidelik hebben overgebracht, is te wijten aan tegelijk aanwezig bladrol. Overigens bewees deze onwillekeurige infektie nogeens hun vermogen om bladrol over te brengen.

De knolinfekties met mozaiek zijn alle negatief uitgevallen.

Krinkel en Stippel-streep (streak), tabel V, VI en VII.

Krinkel ging over met *M.persicae, M.pseudosolani, A.rhamni* en cicaden, terwijl er 'n zwakke aanwijzing bestaat, dat ook *Ps.affinis* in staat is deze ziekte te verspreiden.

Hier deed zich de biezonderheid voor, dat in gevallen waar de soort Bravo als ziekmaker is gebruikt, rekening gehouden moet worden met de mogelikheid, dat ook, of alleen, streak overging; volgens ATANASOFF (9) zou nl. deze laatste ziekte zich bij Bravo geheel op dezelfde manier uiten als krinkel. Inderdaad blijkt dan ook uit tabel Va, dat bij gebruik van krinkelzieke Bravo in sommige gevallen streak is opgetreden. Dat ook zuiver krinkel bij Bravo kan voorkomen, kan men zien uit de proef genomen 6 Julie 1926 (tabel VII), waarbij deze ziekte door middel van *A.rhamni* overgebracht kon worden op 'n aantal planten van de soorten Schotse Muis, Bravo en Paul Kruger, alle staande in één kasje met één krinkelzieke Bravo; bij geen van deze planten traden streaksymptomen op.

Om de waarneming van ATANASOFF nog nader te toetsen werden de volgende proeven ingezet (tabel VII):

1. 20 Mei werd 'n krinkelzieke Bravo, waarvan bekend was dat deze stippel-streep op Schotse Muis kon overbrengen, in één kasje gepoot met gezonde Schotse Muis, Bravo en Paul Kruger. *M.persicae* diende als overbrenger van de ziekte.

De soort Schotse Muis diende als reagens op de aanwezigheid van streak; deze soort is hiervoor te gevoelig om daarnaast eventueel aanwezige krinkel te demonstreren. Om de aanwezigheid van deze ziekte aan te tonen, werd gebruik gemaakt van Paul Kruger, welke voor beide ziekten vatbaar is, voor streak echter in geringe mate. De Bravoplanten dienden slechts ter bevestiging, dat krinkel (streak) door *M.persicae* werd overgebracht. Uit de nateelt bleken meerdere Bravo-planten krinkel en Schotse-Muis streak te vertonen, de soort Paul Kruger daarentegen bleef geheel gezond. Dit is echter wel 'n aanwijzing, dat geen krinkel aanwezig was, daar bij andere proeven deze soort hiervoor te gevoelig bleek te zijn om geheel geen verschijnselen tot uiting te brengen.

2. Bij de tweede proef werden dezelfde gezonde soorten tezamen gebracht met 2 planten van de soort Zeeuwse Blauwe, waarvan reeds bewezen was, dat deze 't streakvirus bevatten. Zoals ATANASOFF (9) reeds mededeelt, vertoont deze soort geen

symptomen van streak. Nu werd *A.rhamni* gebruikt om de ziekten over te brengen.

In de nateelt bleken weer verschillende planten van de soort Schotse Muis streak te vertonen, Bravo echter krinkel, terwijl Paul Kruger ook nu geen duidelike symptomen gaf. Het gedrag van de soort Bravo bewees echter voldoende, dat de opvatting van ATANASOFF juist was.

Uit de hierboven beschreven proeven en uit tabel VI kan men konkluderen, dat streak door dezelfde insekten wordt overgebracht als krinkel.

Overige ziekten, tabel VIII a en b.

Myzus persicae bleek verder in staat tussennervig mozaïek over te brengen en „spindling sprout". Dit laatste gelukte in 2 gevallen van 'n serie van 7 infekties. Op te merken is, dat in deze serie bovendien nog 3 gevallen van bladrol voorkwamen, terwijl in één van de twee eerst genoemde gevallen, waarbij niet alle knollen „spindling sprout" vertoonden, de overige bladrol hadden, zodat men de indruk krijgt, dat beide verschijnselen afzonderlik zijn overgegaan. Of dit toevallig was, dan wel op 'n bepaald verband tussen bladrol en „spindling sprout" wijst, zooals SCHULTZ en FOLSOM (100) menen, kon door gebrek aan meerder materiaal niet nagegaan worden. Wel werd de nateelt van bovengenoemde bladrolplanten nog 'n jaar bewaard, maar geen van de knollen kregen „spindling sprout", waardoor de waarschijnlikheid toeneemt, dat beide verschijnselen afzonderlik zijn overgegaan; bladrol gaat daarbij gemakkeliker over. Ook bij de vele andere bladrol infekties is nooit gebleken, dat deze ziekte met „spindling sprout" zou samengaan, hoewel dikwels de nateelten hevig bladrolziek waren.

Latere proeven met „spindling sprout" leverden steeds negatieve resultaten op.

Het is tot nog toe niet gelukt aucuba bont over te brengen door middel van insekten, hoewel QUANJER overgang verkreeg met entingen op aardappel en andere Solanaceae (89).

Konklusies.

Samenvattend kan gekonstateerd worden, dat in deze proeven alle insekten in staat waren virusziekten van de aardappel over te brengen (tabel IX). Het volledigst is dit aangetoond voor

bladrol, maar ook voor de andere ziekten is het in verschillende gevallen gelukt, uitgezonderd aucuba bont.

Bovendien blijkt uit deze proeven, dat het ontwikkelingstadium, waarin de insekten verkeren, er niet toe doet: positieve resultaten zijn evenzeer verkregen met larven van verschillende ouderdom als met volwassen insekten, bij de bladluizen zowel met larven als nymfen, met ongevleugelde als gevleugelde individuen.

Men mag dus wel aannemen, dat ieder willekeurig insekt (en wellicht ook andere diersoorten), dat in staat is zich op een of andere wijze met de aardappelplant te voeden, de virusziekten langs mechaniese weg kan verspreiden. Uit niets blijkt, dat in dit opzicht onderscheid bestaat tussen de verschillende virusziekten, zoals bv. 't geval is bij suikerbiet en suikerriet. Wel krijgt men de indruk, dat in ander opzicht verschillen bestaan:

1. Van de virusziekten werd bladrol het gemakkelikst overgebracht.
2. Niet alleen gelukte het beter de ziekten over te brengen met bladluizen dan met andere insekten, maar onder de bladluizen schijnt *M.persicae* het gevaarlikst te zijn.

Dat insekten bladrol gemakkeliker verspreiden dan andere ziekten, blijkt uit verschillende feiten: zo hadden de nateelten in gevallen, dat ongewenste ziekten optraden, bijna steeds bladrol; was in 1923, toen slechts 'n gering persentage der uitgevoerde infekties gelukten, 't resultaat met bladrol verreweg het gunstigst en ten slotte werd in 'n proefserie vermeld in tabel XII en XIII bij gebruik van mozaiek of krinkel als infektiebron slechts 'n enkele plant ziek, terwijl dit aantal met bladrol zeer veel groter was. Dit niettegenstaande alle planten tegelijk gepoot waren, steeds evenveel luizen werden genomen alle afkomstig uit één stam en steeds tegelijk 'n aantal bladrol en mozaiek of krinkel infekties werden uitgevoerd.

'n Verklaring van dit verschijnsel valt moeilik te geven, te meer waar MURPHY (72) in Ierland juist 't tegenovergestelde vond bij kunstmatige infektie („core-grafts"). Mogelik dat de oorzaak uitsluitend te zoeken is in de gebruikte aardappelrassen, bij mijn proeven is in hoofdzaak gebruik gemaakt van de soort Paul Kruger, welke zeer vatbaar is voor bladrol.

Dat andere insekten dan bladluizen virusziekten van de aardappel moeiliker overbrengen, was reeds uit 't literatuuroverzicht gebleken; alleen MURPHY verkreeg afwijkende resultaten, maar

diens proeven waren niet overtuigend. Ook uit de reeds eerder besproken afstandsproeven (blz. 26) was 'n dergelik onderscheid in infekterend vermogen waarschijnlik geworden.

Verschillen tussen bladluizen onderling waren tot nog toe niet gevonden. Mij bleek in 't biezonder *A.fabae* moeilik ziekten over te brengen. Maar deze luis ontwikkelt zich slecht op aardappel, hoewel in de hier beschreven proeven de luizen zich reeds enkele weken op de zieke planten hadden vermeerderd of op 't veld spontaan op zieke aardappels kolonies hadden gevormd. De verschillen met *Myzus pseudosolani* en *Aphis rhamni* zijn geringer, 'n uitgebreider onderzoek zal noodzakelik zijn om na te gaan of deze inderdaad bestaan.

SPECIFIEKE VERHOUDING TUSSEN LUIS EN VIRUS.

Daar de biezondere betekenis van bladluizen en meer speciaal van *M.persicae* reeds gebleken was, voor met dit onderzoek werd aangevangen, was hierbij ingesloten de vraag of tussen *M.persicae* en het virus nog 'n bepaalde specifieke verhouding bestond. Dit werd gedaan door 'n antwoord te zoeken op de volgende punten:

1. Het bestaan van 'n incubatie van 't virus in 't insekt.
2. De infektiekans per individu.
3. De tijd, dat 't virus in 't insekt in stand blijft, nadat dit de zieke plant heeft verlaten.
4. 't Gedrag van 't virus bij vervelling.
5. Overgang van 't virus van moederdier op jong.

INCUBATIEPROEVEN.

Deze werden in hoofdzaak op dezelfde wijze uitgevoerd, als SEVERIN dit deed met *Eutettix tenella* en „curly top" van suikerbiet (103). 'n Aantal luizen werd voor 'n bepaalde tijd op 'n zieke plant gebracht; deze tijd hoeft slechts zolang te zijn, dat men kan aannemen, dat iedere luis gezogen heeft, maar belangrijk korter dan de incubatieperiode. De luizen werden nu van de plant verzameld en in groepen verdeeld, iedere groep werd gedurende verschillende maar bepaalde tijden op gezonde planten (A) gebracht, waarvan ze na afloop weer zo zorgvuldig mogelik werden afgezocht en gebracht op 'n tweede serie gezonde planten (B), waarop ze nu zolang bleven, dat aangenomen mocht worden, dat de incubatietijd verre verstreken was. De incubatietijd wordt bepaald door de periode, die de luizen op de zieke plant gezogen hebben plus de tijd, dat ze dit deden op die gezonde plant uit de A-serie, welke nog juist gezond bleef. De planten uit de B-serie dienen ter kontrolle, dat het gezond blijven van 'n plant uit de A-serie niet veroorzaakt werd door gebrek aan infekterend vermogen van de luizen. Zodra de luizen van de planten uit de A-serie waren afgezocht, werden deze gerookt om de achtergebleven exemplaren te doden.

Zoals uit tabel X blijkt, wezen de beide eerste proeven, in 1922 genomen, op de mogelikheid van 'n incubatie langer dan 2 × 24 uur: 24 uur op de zieke plant en 24 op de gezonde. In 1923 bleven ook de meerderheid der kontrolle planten uit de B-serie gezond, 'tgeen deze gemeen hadden met vele andere infekties uit dat jaar; over de vermoedelike oorzaak zie blz. 56.

In 1925 werd getracht 'n scherpere begrenzing van de incubatietijd te verkrijgen door de luizen kortere tijd op de zieke plant te laten zuigen en de verblijfsduur op de gezonde uit de A-serie meer te variëren. Ook nu bleef de eerste plant uit de A-serie (A_1 uit de tabel) gezond, A_2 echter werd ziek, zodat 'n eventuele incubatie lag tussen 24 (14 + 10) en 38 (14 + 24) uur. 'n Tweede proef in 1925 leverde geen resultaat op.

In 1926 werd als proefplant de soort Schotse Muis genomen in plaats van Paul Kruger, de A-serie was nu nog sterker gevariëerd. De gezondheidstoestand van de nateelten is echter op dit ogenblik nog niet geheel bekend.

Hoewel 't aantal proeven over de incubatie nog te gering is om 'n beslist oordeel uit te spreken, is het opvallend, dat in de gevallen, waar 't resultaat niet geheel negatief was, steeds de eerste plant gezond bleef.

DE INFEKTIEKANS PER INDIVIDU.

Deze is niet afzonderlik onderzocht; in verschillende gevallen vermeld onder tabel III—VII bleken reeds 'n zeer gering aantal luizen infekties tot stand te kunnen brengen, zoals trouwens te verwachten was. Daar tegenover werden meermalen geen uitkomsten verkregen met 'n groot aantal individuen per infektie, zonder dat hiervoor 'n verklaring gevonden kon worden. In 't algemeen leek het om duidelike resultaten te verkrijgen van meer belang 'n groot aantal planten te infekteren, dan per plant 'n groot aantal insekten te nemen.

LEVENSDUUR VAN 'T VIRUS IN 'T INSEKT. OVERGANG VAN 'T VIRUS VAN MOEDERDIER OP JONG.

De levensduur werd op twee manieren nagegaan:

1. Door de luizen, nadat ze langer op 'n zieke plant geleefd hebben dan de incubatie bedraagt in 't insekt, dageliks van de ene gezonde plant op 'n volgende over te brengen. Deze metode is door SEVERIN voor „curly top" en door KUNKEL voor „aster

yellows" toegepast. 't Bezwaar hiervan is, dat, altans teoreties, na de eerste uren zuigen op de gezonde plant 't insekt weer opnieuw vanuit die plant besmet kan worden. Dezelfde metode heb ik in 1926 met bladrol en mozaiek toegepast, waarbij 'n aantal gevleugelde luizen van de soort *M.persicae* op die manier behandeld werden; de resultaten zijn nog niet volledig bekend.

2. 'n Andere meer exakte metode bestaat in 't brengen van de virusdragende insekten op planten, waarvan bekend is, dat ze volkomen immuun zijn voor de virusziekte, waarmee geëxperimenteerd wordt. Ook deze metode is voor „curly top" en „aster yellows" toegepast.

Voor de hier behandelde virusziekten werd spinazie gebruikt, omdat *M.persicae* daar gemakkelik op overgaat en reeds herhaaldelik gebleken was bij gebruik van spinazie als voorraadplant, dat dit gewas waarschijnlik onvatbaar is voor virusziekten van de aardappel. Door gebrek aan tijd kon dit eerst in 1926 definitief nagegaan worden, zover de nateelten reeds bekend zijn bleek spinazie inderdaad geen virusdrager. De proefinrichting was hiertoe als volgt:

1. Op spinazie werden 'n aantal luizen gebracht, waarvan bekend was, dat ze geen virusdragers waren. Na enige tijd werden de luizen op gezonde aardappels overgebracht, zodat er steeds kontrolle bestond op de oorspronkelike gezondheidstoestand van de spinazie.

2. Na roken van de spinazie werden bladluizen daarop gezet afkomstig van zieke aardappels, en daarvan op bepaalde tijden enige luizen overgebracht op gezonde aardappels, waarbij dus de levensduur van 't virus in de bladluizen bepaald werd. Op die manier is het gelukt 2 planten met krinkel te infekteren door middel van luizen, welke 7 en 10 dagen op spinazie geleefd hadden. 'n Groter aantal planten bleef echter gezond.

3. Na nogmaals roken werden weer gezonde luizen op de spinazie gebracht en vandaar op gezonde aardappels ter kontrolle, dat 't virus niet in de spinazie was achter gebleven.

'n Bezwaar van deze metode, dat speciaal voor bladluizen geldt, wordt gevormd door de jongen, welke reeds lang volwassen zijn, voordat de luizen waarmee de proef in 't tweede gedeelte is begonnen, zijn verbruikt. Men brengt dan reeds na korte tijd luizen over, die niet van de zieke aardappel afkomstig zijn. Daarom werden deze proeven verbonden met 't onderzoek naar

de mogelikheid van overgang van 't virus van de moederluis op de levend geboren jongen, door geregeld de op spinazie geboren luizen af te zoeken en op gezonde aardappels over te brengen. Alle planten bleven in dit geval gezond, zover tenminste de nateelten reeds bekend zijn.

Pas geboren luizen werden bovendien onderzocht op hun vermogen ziekte over te brengen door dergelike luizen, afkomstig van dieren, welke nog op de zieke plant leven, voorzichtig op gezonde planten over te brengen, voordat ze gelegenheid tot zuigen gehad hebben. Ook op die manier overgebrachte luizen hebben tot nog toe geen ziekte veroorzaakt. Evenmin lukte het langs deze weg aan ATANASOFF (8) en MURPHY (72) ziekten over te brengen.

'n Derde metode om de overgang op de jongen na te gaan, is alleen mogelik met bladluizen, waarvan de geslachtelike vormen bekend zijn, in 't biezonder bij twee huizige soorten; maar kan ook bij andere insekten toepassing vinden. Men brengt daartoe van bladluizen op zieke planten de sexupare en ♂♂ over op de wintervoedsterplant, in dit geval perzik. De sexupare brengen de ovipare ♀♀ voort, waarvan de eieren overwinteren. De daaruit in 't voorjaar te voorschijn komende fundatrices leveren na 1 of 2 generaties de migranten, welke op aardappel overgebracht kunnen worden. In 1924 zijn op die manier 'n zestal planten besmet met migranten afkomstig van bladluizen, welke op bladrol- en mozaiekzieke aardappels geleefd hadden. Alle planten zijn gezond gebleven.

Deze proeven geven dus 'n aanwijzing, dat 't virus enige tijd in de luis in leven kan blijven, maar niet dat het direkt van de volwassen luizen op de jongen kan overgaan.

BETEKENIS VAN DE VERVELLING.

De mogelikheid, dat bij vervelling 't virus niet verloren gaat, werd aanvankelik evenals bij pas geboren luizen onderzocht door op zieke planten aanwezige vervellende luizen direkt na afloop daarvan op gezonde planten over te brengen. Later werden 'n aantal bijna volwassen nymfen in 'n lege glazen cilinder gebracht en daarvan geregeld de vervelde, nu volwassen gevleugelde exemplaren op gezonde aardappels gezet, zoals MURPHY (72) gedaan heeft voor pasgeboren luizen. Ook werden wel bijna volwassen nymfen op spinazie gebracht en na hun laatste vervelling weer

terug op aardappel. Bij proeven op een van deze manieren uitgevoerd, is het gelukt in enkele gevallen bladrol en in 1 geval streak over te brengen (tabel XI).

Samenvattend kan men zeggen, dat er wel waarnemingen zijn, die wijzen op 'n andere dan louter mechaniese overbrenging door *M.persicae*; speciaal is dit 't geval bij de proeven over de incubatie en over de invloed van de verveliing. Er zijn echter nog te weinig proeven genomen en de uitkomsten zijn te wisselvallig, dan dat men van meer dan van 'n vermoeden zou kunnen spreken.

VERBREIDINGSNELHEID VAN 'T VIRUS DOOR DE PLANT.

Gelijk bekend, is OORTWIJN BOTJES erin geslaagd gezond pootgoed te behouden door middel van vroeg rooien: voor de late en middellate soorten is dit ongeveer begin Augustus. Dus zou op dat ogenblik 't virus van reeds plaats gehad hebbende infekties nog niet doorgedrongen zijn tot op de knollen. Uit de reeds beschreven resultaten (blz. 42 e. v.) en uit de afstandsproeven (blz. 26 e. v.) is gebleken, dat bladluizen speciaal *M.persicae*, welke bovendien 't talrijkst is, de virusziekten veel gemakkeliker overbrengen dan de overige insekten. Bij de bestudering van de biologie van *M.persicae* bleken de migranten in de voorzomer zeer beweeglik te zijn (blz. 24), 'tgeen meebrengt, dat deze bij de verspreiding van de virusziekten 'n grote rol spelen. Daaruit valt te besluiten, dat 't tijdsverloop tussen de infektie en het bereiken door 't virus van de knollen ongeveer 4 weken moet bedragen, m. a. w. de snelheid, waarmee 't virus de afstand aflegt tussen 't infektiepunt en de knollen is betrekkelik gering.

Om 'n enigzins nauwkeuriger beeld van deze snelheid te krijgen werden in 1924, '25 en '26 enkele proeven aangezet. Tot nog toe is aan deze snelheid bij virusziekten weinig aandacht besteed, SEVERIN (104) heeft getracht bij „curly top" deze snelheid te bepalen door op volgroeide bietebladeren virusdragende cicaden te brengen en nu 't tijdstip te bepalen waarop 't virus in jonge bladeren is aangeland. Dit deed hij door op de jonge bladeren virusvrije cicaden te laten zuigen en daarvan dageliks 'n aantal over te brengen op 'n serie gezonde bieten. Het bleek op die manier, dat eerst cicaden, welke op de 7e dag na de infektie gezogen hadden, in staat waren de ziekte op andere bieten over te brengen; bij kiemplanten met 4 loofbladeren kon dit reeds na 2 dagen. Deze tijd is korter dan de incubatie van 't virus in de plant, daar op 't ogenblik van zichtbaar worden der symptomen 't virus zich reeds sterk in 't jonge blad vermeerderd moet hebben.

KUNKEL vermeldt voor „aster yellows" enige waarnemingen, waaruit eveneens zou blijken, dat 't virus zich slechts langzaam verplaatst.

Bovenbeschreven proefinrichting kon niet door mij worden overgenomen. Daar de waarnemingen op 'n zeer langzame verspreiding van 't virus door de aardappelplant wijzen, zou daardoor gedurende 4 à 5 weken enige keren per week luizen op de geïnfekteerde plant en daarvandaan op 'n serie gezonde planten moeten worden gebracht. Waar bij deze virusziekten infektie niet met die grote zekerheid gelukt als bij „curly top" zou 't aantal planten te groot worden. Bovendien was het vooral belangrijk te kennen de snelheid waarmee 't virus de knollen bereikt.

De proefinrichting was nu als volgt: bij 'n reeks te gelijk gepote planten werd op 'nzelfde dag (of 2 opeenvolgende dagen) 'n gelijk aantal virusdragende luizen gebracht op de groeitop en daar door middel van 'n klein insektekooitje van de rest der plant geïsoleerd, waarne de gehele plant op de gebruikelike wijze onder 'n grote kap werd geplaatst (zie fig. 8); van te voren was de stengellengte gemeten. Oorspronkelik was het de bedoeling iedere week 'n aantal planten te rooien; de omstandigheden, waaronder de planten groeiden waren echter niet gunstig voor 'n snelle knolvorming. Daarom werd er mee volstaan 'n derde tot de helft van de stengel weg te nemen en de rest na te zijn gemeten luisvrij te laten doorgroeien tot rooitijd. Op die manier werd dus slechts de snelheid gemeten, waarmee 't virus door 't bovenste stengeldeel verplaatst wordt. Er dient op gewezen te worden, dat deze proeven geen uitkomsten volkomen geldend voor de praktijk opleveren. De temperatuur was hoger dan normaal, terwijl door de geregelde vochtvoorziening, maar vooral door minder licht veel langere stengels gevormd werden, welke sneller 'n grote hoogte bereikten en, zoals reeds opgemerkt, later tot knolvorming overgingen. Welke invloed al deze faktoren op de verplaatsing van 't virus hebben, valt niet met zekerheid te zeggen. Deze proeven geven dan ook slechts aan of de verspreiding door de planten betrekkelik snel of langzaam geschiedt.

'n Andere metode is gevolgd door MURPHY (72), die in plaats van insekten te gebruiken 'n zieke top op de plant entte; hij bewees bij 2 planten, dat 't virus eerst na 15 dagen zich door 'n gedeelte van de stengel verspreid had.

Uit tabel XII blijkt, dat de snelheid inderdaad gering is; in 1924 was eerst in de nummers 16—20 een geval van duidelik bladrol aanwezig, d. w.z. na 10 dagen (11—21 Junie) had 't virus in dat geval de helft der stengellengte doorlopen.

Fig. 8.

In 1925 bleven zelfs de planten gezond, waarvan de top 22 dagen na de infektie was weggesneden. Een infektie opgetreden bij de nummers 85—87 moet vermoedelik geweten worden aan ontsnapte luizen, welke de plant benden de top geïnfekteerd hebben. Overigens is dit jaar de infektie ook in de laatste nummers minder regelmatig gelukt. Het enig belangrijk verschil tussen deze serie en die van 't vorig jaar is, dat de planten nu in 'n vroeger stadium geïnfekteerd zijn. Wel was die datum 1—3 Julie tegen 11 en 12 Junie in 1924, maar de planten waren ruim 6 weken later gepoot. Men krijgt hierdoor de indruk, dat des te krachtiger de plant groeit, des te langzamer 't virus zich verspreidt in benedenwaartse richting. Of wel bij krachtig groeiende planten blijft 't virus meer in 't topgedeelte opgehoopt, waarop ook zou wijzen 't vroegtijdig verschijnen van de primaire ziektesymptomen in 't veld.

Opmerkelik is ten slotte nog, dat in 1924 de nummers 31—35 de ziektesymptomen in minder sterke mate vertonen dan de 10 voorgaande, 1 plant was zelfs geheel gezond. Deze nummers waren tevens de eerste, waarbij 'n groter gedeelte van de stengel was weggenomen; dus 11 Julie, 'n maand na de infektie, zou het virus nog niet steeds de geheele bovengrondse stengel hebben doorlopen. Het is echter niet uitgesloten, dat dit slechts 'n toevallig samentreffen van 2 verschillende feiten is.

'n Zelfde proef in 1924 met krinkel, in 1925 met mozaiek genomen op presies dezelfde data met gelijk gepote planten en luizen van dezelfde stam, gaf geen duidelike resultaten. Slechts zij vermeld, dat de enkele gelukte infekties voorkwamen in de 2 of 3 groepen, waarbij de stengeltop 't laatst is weggenomen.

De uitkomst van de proeven in 1926 is nog niet bekend.

INVLOED VAN DE OUDERDOM DER PLANTEN.

Zoals reeds bij de bespreking der tabellen is opgemerkt, waren de proeven in 1923 grotendeels mislukt. Ook later bleek, dat vooral met virusziekten van 't mozaiektype het betrekkelik moeilik was gunstige resultaten te verkrijgen; hetzelfde vond Kenneth M.SMITH (109).

De oorzaak van dit verschijnsel is niet duidelik, maar verschillende mogelikheden doen zich voor.

1. Uiteenlopende vatbaarheid voor de verschillende virusziekten. De soort Paul Kruger is zeer vatbaar voor bladrol, daarmee lukten de infekties dan ook het best, hoewel de soort ook duidelik vatbaar is voor de andere virusziekten. De invloed van de verschillen in vatbaarheid blijkt tevens uit de infekties van de soorten Bravo, Schotse Muis en Paul Kruger met krinkel en streak (tabel VII), waar onder gelijke omstandigheden van de laatste soort minder planten ziek werden dan van de beide andere.

2. Niet optreden van de ziektesymptomen in het eerste jaar na de infektie. Dat dit niet uitgesloten is, wordt reeds vermeld door OORTWIJN BOTJES (77), maar was ook gebleken bij de afstandsproeven beschreven door QUANJER en ELZE (91, blz. 12), toen uit de nateelten in 1923 kon worden opgemaakt, dat 4 moederplanten reeds in 1921 met mozaiek besmet geweest moeten zijn, zonder dat dit in 1922 tot uiting kwam. Het was niet doenlik met deze mogelikheid rekening te houden, daar dit het werk en de benodigde ruimte buitensporig zou vermeerderen.

3. Invloed van de ouderdom der plant. In 1923 was ook 'n groot aantal bladrolinfekties met *M.persicae* niet gelukt. Dit deed het vermoeden rijzen, dat ook de ouderdom der planten van invloed is. In dat jaar hadden nl. de infekties door verschillende omstandigheden eerst laat plaats, ook laat t. o. v. de poottijd der te infekteren planten.

Om na te gaan of planten werkelik bij 't volgroeid raken minder vatbaar worden voor virusziekten, werd in 1925 gebruik gemaakt van 'n serie planten tegelijk gepoot met de planten, welke dienst

deden voor de bepaling van de verspreidingsnelheid van 't virus. Op dezelfde dagen, dat voor deze snelheidsproef van enige planten de top werd afgesneden, werd ter bepaling van de invloed der ouderdom 'n gelijk aantal planten geïnfekteerd, even eens in de geïsoleerde top om infektie van jongere stengels te voorkomen. De planten bleven daarna nog zolang staan, dat 't virus altans bij normaal vatbare planten voldoende gelegenheid had om de knollen te bereiken.

Het resultaat vindt men in tabel XIII; hieruit blijkt, dat bij latere infekties, dus bij oudere planten, de kans op gelukken belangrijk minder wordt. Dit betekent niet, dat besmetting der knollen bij infektie na de bloeitijd volkomen uitgesloten is, maar 't is duidelik, dat de betekenis van insekten, die zich na die tijd sterk vermeerderen zoals cicaden en wantsen en vaak bladluizen, veel geringer moet zijn dan tot nog toe werd aangenomen.

SAMENVATTING.

1. Doel van 't onderzoek was:
   1°. Te bepalen onder welke omstandigheden kweken van gezond pootgoed in 't groot mogelik is.
   2°. Uit de verhouding tussen virus, insekt en plant 'n nader inzicht te verkrijgen in 't wezen van 't virus.
   'n Omschrijving van 't geen men in de Phytopathologie verstaat onder virusziekten is gegeven.

2. Uit 'n overzicht van de literatuur blijkt dat men de virusziekten t. o. v. de rol, die de insekten bij hun verspreiding spelen in de volgende groepen kan indelen:
   1°. Ziekten, welke slechts door één bepaald insekt worden overgebracht. In dit geval schijnt er 'n zeer specifieke verhouding tussen virus en insekt te bestaan.
   2°. Ziekten, welke door meerdere insekten worden overgebracht, maar waarbij bepaalde insekten 'n biezondere rol spelen.
   3°. Ziekten, welke door ieder willekeurig insekt langs mechaniese weg kunnen worden verspreid.
   4°. Ziekten, welke voorzover bekend door geen enkel insekt worden overgebracht.
   Mogelik dat de groepen 2 en 3 tot één verenigd kunnen worden.

3. Uit bovenstaande zeer uiteenlopende aanpassing van de verschillende virussoorten aan de verspreiding door insekten wordt gekonkludeerd dat men met 'n levend organisme heeft te doen.

4. De voornaamste insekten die in Nederland op aardappel voorkomen zijn de bladluizen: *Myzus persicae* SULZ., *Myzus pseudosolani* THEOB., *Macrosiphum solanifolii* ASHM., *Aphis rhamni* BOYER DE FONSC., *Aphis fabae* SCOP.;
   de cicaden: *Eupteryx auratus* LIV. en *Typhlocyba, solani;*
   de wants: *Lygus pratensis* L.,
   de aardappelaardvlo: *Psylliodes affinis* PAYK.

5. De bladluizen worden in hun verbreiding sterk beïnvloed door klimatologiese omstandigheden, ze zijn in ons land in 't N. en langs de zeekust minder talrijk.

6. Er bestaan aanwijzingen, die door eigen waarnemingen versterkt werden, dat in 't biezonder de beide *Myzus*-soorten als volwassen insekt in de vrije natuur kunnen overwinteren.

7. In de voorzomer leiden de migranten van *M.persicae* op aardappel 'n zwervend leven, waardoor in verhouding tot 't aantal bladluizen 'n onevenredig groot aantal planten wordt bezocht. Hiermee wordt verklaard waardoor de betekenis van bladluizen voor 't verspreiden van aardappelziekten veelal is onderschat.

8. *Aphis rhamni* BOYER DE FONSC. is identiek met *Aphis solanina* PASS. en *Aphis abbreviata* PATCH.

9. De soorten *Myzus pseudosolani* en *Macrosiphum solanifolii (gei)* zijn nog niet voldoende nauwkeurig beschreven; in 't biezonder dient het bestaan van erfelik gefixeerde rassen nader onderzocht te worden. Dit laatste geldt eveneens voor de soort *Myzus persicae*.

10. Uit de afstandsproeven blijkt de mate van „degeneratie" der aardappelen af te hangen van de talrijkheid der bladluizen, vooral van *M.persicae*. De overige insekten hebben op die achteruitgang weinig invloed.

11. Indien geen bodeminsekten aanwezig zijn, heeft geen verspreiding van virusziekten door de grond plaats.

12. De virusziekten van de aardappel, behalve aucuba bont, kunnen door ieder willekeurig insekt worden overgebracht. Positieve uitkomsten zijn verkregen met de volgende insekten: *M.persicae, M.pseudosolani, A.rhamni, A.fabae, E.auratus, L.pratensis, P.affinis, Mamestra brassicae* en *Tipula paludosa*.

13. 't Ontwikkelingstadium waarin 't insekt verkeert, blijkt van geen invloed te zijn. Ook bestaat er geen onderscheid tussen de verschillende virusziekten in hun verhouding t. o. v. de insekten, met uitzondering van aucuba bont, waarmee infekties door middel van insekten tot nog toe niet gelukt zijn.

14. De bladluizen brengen de ziekte veel gemakkeliker over dan de andere insekten; tussen de bladluizen bestaan in dit opzicht eveneens verschillen.

15. Voorlopige proeven wijzen er op, dat t. o. v. *M.persicae* 't virus 'n incubatietijd moet doormaken; bij vervelling niet verloren gaat; nadat 't insekt de zieke plant verlaten heeft enige tijd in 't insekt in leven blijft; maar niet van moederdier op jong overgaat. Dit geldt vooral voor bladrol.

16. De virusziekten van aardappel moeten tot de 2e groep gerekend worden van de onder punt 2 gegeven indeling.

17. Volgroeide planten zijn minder vatbaar voor virusziekten dan onvolgroeide; daardoor neemt de betekenis van insekten, welke zich in Augustus sterk vermeerderen, belangrijk af.

18. Het virus verspreidt zich in krachtig groeiende planten slechts langzaam naar de knollen. Hierdoor wordt de betekenis van vroeg rooien verklaard.

19. Het zwervend leven van de migranten in de voorzomer en de langzame verspreiding van 't virus door de plant verklaren, waarom in sommige gevallen keuring van gewassen te velde niet tot 't gewenste resultaat leidt.

20. In streken waar veel bladluizen voorkomen, kan men alleen met sukses gezond pootgoed kweken, indien men vroeg rooit.

ENGLISH SUMMARY.

TRANSMISSION EXPERIMENTS WITH INSECTS OF VIRUS DISEASES OF THE POTATO (*SOLANUM TUBEROSUM L.*)

The object of the research was to gain a better insight into the part which several insects play in the spreading of the virus diseases of the potato and to study the biology of the chief of these insects, in particular the Aphids.

At the same time, an attempt was made to gather more information about the character or nature of the virus through studying the relation between virus and the transmitting insect, because the study of the physiology of the virus, the cultivation of the same, or cytological research of diseased parts of the plants, have not yet led to universal accepted conclusions.

From a study of the literature of what is known about insects as transmitters of virus diseases, appears that one, considering these diseases from an entomological standpoint, can divide them into groups:

1.st Virus diseases which only through one special insect can be spread, e. q. curly top of sugar beet, aster yellows, mosaic and streak disease of sugar cane and maize. By curly top and aster yellows the virus is very strongly adapted to the insect. It is noticeable that of sugar beet the mosaic through other insects is transmitted than curly top, the same is the case with mosaic and streak disease of maize.

2.nd Diseases which are spread by different kinds of insects, but whereby the virus specially is adapted to some particular insects. As example of this we can take spinach blight; perhaps also tobacco mosaic.

3.rd Diseases which, as far as known, can mechanically by every insect be transmitted, whihout any one of these filling any particular roll, e. q. cucumber mosaic.

4.th Diseases which cannot be transmitted by any special insect e. q. little peach, sandal spike, etc. To these the infectious chlorose of *Abutilon* also belongs.

From this review may be concluded that every virus disease, in its own manner, is adapted to the transmitting insect. This is only to be explained, if one considers the virus as a living organism.

From what is known about the spreading of virus diseases of the potato, it is evident that several kinds of Aphids can transmit them. With other insects it is more difficult, up till now only a few trustworthy results have been obtained.

Among the insects that are found on the potato in Holland, the *Myzus persicae* SULZ. is the most numerous. It is noticeable with this Aphid that the spring migrants do not establish any large colonies on the summer hostplants, but after some days, when they have produced 3 tot 5 young ones, leave the plant for another. In that way, they visit a great number of plants, which give them a particular significance as transmitters of virus diseases.

M.persicae is observed over the whole country, but is less numerous in the North and the North-west, as the result of climatic influences. These influences also appear from an experiment undertaken in co-operation with DR. BLATTNY of Prague, over the transmission of leafroll and crinkle in several districts. The Aphids were the most numerous in a sheltered part of Bohemia, less numerous in the Moravian highlands, and least in some unprotected experimentplots in Holland. As a result of this the total diseased stems of the next year crop was proportionate to the number of Aphids and not to that of the other insects.

A second Aphid is *Myzus pseudosolani* THEOB. of which only the asexual forms are known. This Aphid is living also, just as the former, in hot houses on various vegetables. I have been able to keep it alive in unwarmed greenhouses during short frost periods of about -10°C., so that one may assume that this Aphid can live in the free nature, through the winter, in the same way.

Macrosiphum solanifolii ASHM. (*gei* KOCH) is less numerous; the sexual forms of this are not yet observed in Holland.

The exulae of *Aphis rhamni* BOYER DE FONSC. are described by Theobald as *A.solanina* PASS. Spring migrants of *A.rhamni* are succesfully transmitted from *Rhamnus cathartica* to the potato, and fall migrants of *A.solanina*, originating from potato,

back to *R.cathartica*. From the description Edith PATCH gives of *Aphis abbreviata*, it appears this is identical with *A.rhamni*.

As fifth Aphid is found, especially in the South, *Aphis fabae* SCOP., whilst *Tychea phaseoli* PASS. is seen occasionally on roots.

Of other Hemiptera the most numerous are the jassids *Eupteryx auratus* LIV. and *Typhlocyba solani* (*Chlorita flavescens* FAB. or *C.viridula* FALL.?) and the plantbug *Lygus pratensis* L. They are everywhere just as numerous, and are mostly to be found in great quantities in the late summer.

Of the remaining insects only the potato flea-beetle *Psylliodes affinis* PAYK. is of any importance.

Transmission experiments.

From all used plants pieces of the tuber were previously planted, to have the certainty that only healthy plants were experimented with.

Together with the plants isolated in insect cages on which virus bearing insects were transmitted, some plants were cultivated, wholly free from insects, as a control that these cages were sufficient to meet the demands asked of them, and that the untreated plants remained healthy. On some plants Aphids were brought which, up to that time, had not sucked on diseased plants, to control that these Aphids did not carry any disease.

The most experiments were done with individually isolated plants, later mass-infection was applied in good isolated green houses and in the winter sprouting tubers were infected.

The diseases which were experimented with, were leafroll, common mosaic, crincle, stipple streak, interveinal mosaic, aucuba mosaic, and spindling sprout, so as described by QUANJER.

Some experiments with leafroll and crincle were taken, whereby healthy tubers in boiled soil were planted together with diseased tubers of another variety; the disease did not pass over to the healthy plant in any one of these cases. Two of the four plants which were treated in the same manner, but whereby also some leather jackets (*Tipula paludosa* MGN.) were added, got leafroll, so that soil insects can transmit this disease.

With the above mentioned diseases infections were carried out with *Myzus persicae, Myzus pseudosolani, Aphis rhamni, Aphis fabae, Eupteryx auratus, Typhlocyba solani, Lygus pratensis,*

Psylliodes affinis and *Mamestra brassicae,* named in the tables III—VIII, and summarised in table IX.

All these insects possess the power to transmit one or more of these diseases, only with aucuba mosaic it was impossible. For the rest, it is shown that no one of these diseases differed in their behaviour to the insects; so far infections have not succeeded, must this be due to too few experiments.

With Aphids it appeared further that the number of insects used is not of much importance, also the development stage is of no great influence.

It is shown that infection with other insects than Aphids was always more difficult to accomplish than with the latter. But also between Aphids were differences, with *Aphis fabae* few results were obtained; the infecting power of *Myzus persicae* was the greatest.

Leafroll was of all diseases the easiest to transmit.

With the experiments noted in table VII, the results were confirmed of ATANASOFF that with the variety Bravo streak appears as crincle; also pure crincle can attack Bravo. With experiments with spindling sprout, leafroll was also transmitted; the results show really that this must be regarded as a special disease.

Concerning the specific relation between insect and virus, the relation between *M.persicae* and leafroll was, first of all, examined.

The experiments mentioned under table X point to the existence of an incubation period in the insect between 24 and 48 hours.

Aphids which had lived 7 and 10 days on an unsusceptible plant (spinach), after they had left the diseased potato plant, were brought on healthy ones. In two cases the latter became diseased.

It appeared that the virus from the mother-insect cannot be transmitted to the young ones.

However as some experiments showed, the virus is not lost, when a virus-bearing Aphid casts its skin (table XI).

The speed of transmission of the virus in downward direction was studied by plants infected at the top with virus bearing aphids, on the same day; afterwards the top end of the stalk was taken away at certain times. It appeared that only after 10 days the virus was carried so far, that cutting off of the half of

the stalk, no longer hindered the transport to the tuber. By young strong growing plants was this the case after 3 weeks (table XII). One may thus suppose that the reaching of the tubers, at least, lasted 4 weeks.

The susceptibility of plants of varying degrees of age was fixed by infecting every week a number of plants with virus bearing Aphids and allow them to grow till harvest time. The plants in the first weeks infected, thus young plants, became diseased, those from the last weeks remained healthy (table XIII). From this one may conclude that all insects which increase in the late summer, are of little importance.

LITERATUURLIJST.

1. ALLARD, H. A. The mosaic disease of tobacco. U. S. Dept. Agr. Bull. 40. 1914, 33 blz.
2. —— Effect of dilution upon the infectivity of the virus of the mosaic disease of tobacco. Journ. Agr. Res. 3, 1915: 295—299.
3. —— Some properties of the virus of the mosaic disease of tobacco. Journ. Agr. Res. 6, 1916: 649—674.
4. —— Further studies of the mosaic disease of tobacco. Journ. Agr. Res. 10, 1917: 615—632.
5. —— Effects of various salts, acids, germicides etc. upon the infectivity of the virus causing the mosaic disease of tobacco. Journ. Agr. Res. 13, 1918: 619—637.
6. ARKWRIGHT, J. A. Virus diseases of animals. The Ann. Appl. Biol. 10, 1923: 55—69.
7. ATANASOFF, D. Stipple-streak disease of potato. Rep. Internat. Conf. Phytop. & Econ. Ent. 1923: 32.
8. —— Methods of studying the degeneration diseases of potato. Phytopathology 14, 1924: 521—533.
9. —— The stipple-streak disease of potato. A complex problem. Bull. Bulg. Bot. Soc. 1, 1926: 43—52.
10. BAILEY, ERVING W. Slime bodies of *Robinia pseudo-acacia* L. Phytop. 13, 1923: 232—233.
11. BAKER, A. C. Generic classification of the Hemipterous family *Aphididae*. U. S. Dept. Agric. Bull. 826, 1920.
12. BALL, E. D. The leafhoppers of the sugarbeet and their relation to the „curly-leaf" condition. U. S. Dept. Agr., Bur. Ent., Bull. 66, 1910: 33—52.
13. BAUR, E. Weitere Mitteilungen über die infektiöse Chlorosen der *Malvaceen* und über einige analoge Erscheinungen bei *Ligustrum* und *Laburnum*.
    Ber. Deutsche Bot. Ges. 24, 1906: 416—428.
    25, 1907: 410—413.
    26, 1908: 711—713.

14. BEYERINCK, M. W. Ueber ein Contagium vivum fluidum als Ursache der Fleckenkrankheit der Tabaksblätter. Verhand. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam, 2 sectie, 6, 1898, 22 blz.
15. BLAKE, M. A., COOK, M. F. and CONNORS, C. H. Recent studies on Peach Yellows and Little Peach. New Yersey Agric. Exp. Stat., Bull. 356, 1921.
16. BLAKESLEE, A. F. A graft-infectious disease of *Datura stramonium* resembling a vegetative mutation. Journ. of genetics 11, 1921: 14—36.
17. BONCQUET, P. A. & STAHL, C. F. Wild vegetation as a source of the curly-top infection of sugar beets. Journ. Econ. Ent. 10, 1917: 392—397.
18. BÖNIG, K. Die Mosaikkrankheit der Rübe. Forsch. a. d. Gebiet der Pflanzenkrankh. u. s. w. 3. Heft 1927: 81—128.
19. BÖRNER, C. & BLUNCK, H. Zur Kenntnis des Kartoffelerdflohs. Der Kartoffelbau 3, 1919.
20. BÖRNER, C. Über Fernflüge von Blattläusen nach Beobachtungen auf Memmert und Helgoland. Verh. Deutsch. Ges. angew. Ent. 1922: 27—35.
21. —— Züchtung der Homopteren. Handb. d. biol. Arbeitsmeth. Abt. 9, Teil I/II: 215—270.
22. BRANDES, E. W. The mosaic disease of sugar-cane and other grasses. U. S. Dept. Agric. Bull. 829, 1919.
23. —— Artificial and insect transmission of sugar-cane mosaic. Journ. Agric. Res. 19, 1920: 131—138.
24. —— Mosaic disease of corn. Journ. Agric. Res. 19, 1920: 517—521.
25. —— Mechanics of inoculation with sugar-cane mosaic by insect vectors. Journ. Agric. Res. 23, 1923: 279—284.
26. —— & KLAPHAAK, P. J. Cultivated and wild hosts of sugarcane or grass mosaic. Journ. Agr. Res. 24, 1923: 242—267.
27. CARNSNER, EUBANKS. Susceptibility of various plants to curly-top of sugar beet. Phytopathology 9, 1919: 413—421.
28. —— & STAHL, C. F. Studies on curly-top disease of the sugar beet. Journ. Agr. Res. 28, 1924: 297—320.

29. CHAPMAN, G. H. Mosaic disease of tobacco. Mass. Agr. Exp. Stat. Bull. 175, 1917: 74—117.
30. CHARDON, CARLOS E. y VEVE, RAFAEL A. Sobre la transmision del matizado de la cana por medio de insectos. Rev. Agr. Puerto Rico 9, 1922: 9—20.
31. —— The transmission of sugar cane mosaic by *Aphis maidis* under field conditions in Porto-Rico. Phytopathology 13, 1923: 24—29.
32. COLEMAN, LESLIE C. Transmission of sandal spike. Indian Forest 49, 1923: 6—9.
33. DAVIDSON, J. Biological studies of *Aphis rumicis* L. Scient. Proc. R. Dubl. Soc. 16, N. S. 1921.
34. DICKSON, B. T. Studies concerning mosaic diseases. Macdonald Coll. Canada Tech. Bull. 2, 1922.
35. —— Further studies on mosaic I. Phytopathology 12, 1922: 42.
36. —— Mosaic studies IV. Phytopathology 14, 1924: 346.
37. DOOLITTLÉ, S. P. The mosaic disease of cucurbits. U. S. Dept. Agr. Bur. Plant Ind. Bull. 879, 1920.
38. —— & WALKER, M. N. Further studies on the overwintering and dissemination of cucurbit mosaic. Journ. Agr. Res. 31, 1925: 1—58.
39. —— & JONES, F. R. The mosaic disease in the garden pea and other legumes. Phytopathology 15, 1925: 763—772.
40. ECKERSON, SOPHIA H. An organism of tomato mosaic. Bot. Gaz. 81, 1926: 204—209.
(Contributions from Boyce Thompson Inst. etc. Vol. 1, 1926: 109—114).
41. FAWCETT, G. L. Encrespamiento de las hojas de la remolacha azucarera (Curly leaf of sugar beet). Rev. Indust. y Agric. de Tucumán (Argentinië) 16, 1925: 39—46.
42. FREIBERG, G. W. Studies on the mosaic diseases on plants. Ann. Miss. Bot. Gard. 4, 1917: 175—232.
43. GAUMONT, L. Les pucerons de la pomme de terre. Rep. Internat. Conf. Phytop. & Econ. Ent. 1923: 65.
44. GODDARD, E. J. Bunchy top in bananas. Cause and nature of disease. Report of investigation committee. Queensland Agr. Jl. 24, 1925: 424—429.

45. GOLDSTEIN, BESSIE. Cytological studies of living cells of tobacco plants affected with mosaic disease. Bull. Torrey Bot. Club 51, 1924: 261—274.

46. GOOT, P. v. d. Beiträge zur Kenntnis der Holländischen Blattläuse.
Tjeenk Willink & Zn. Haarlem
R. Friedländer & Sn. Berlin } 1914.

47. —— Aanteekeningen over aardappelcultuur en virusziekten in Ned.-Indië. Tijdschr. o. Plantenz. 31, 1925: 167—178.

48. GRAM, E. Forsog med avlsstedets indflydelseopaa kartoffelens bladrullesyge. (Experiments in environmental influence on the leafroll disease of potatoes.) Tidsskrift for Planteavl 28, 1922: 769—806.

49. GRANOVSKY, A. A. Studies on leafhopper injury to apple leaves. Phytopathology 16, 1926: 413—422.

50. HEINTZEL, K. Contagiöse Pflanzenkrankheiten ohne Microben unter besonderer Berücksichtigung der Mosaikkrankheit des Tabaksblattes. Inaug. Diss. Erlangen 1900.

51. HORSFALL, J. L. Life history studies of *Myzus persicae* SULZER. Pennsylvania Agr. Exp. Stat. Bull. 185, 16 blz., 1924.

52. HUNGER, F. W. T. Untersuchungen und Betrachtungen über die Mosaik-Krankheit der Tabakspflanze. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 15, 1905.

53. IWANOWSKY, D. Über die Mosaikkrankheit der Tabakspflanze. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 13, 1903: 1—41.

54. JAGGER, J. C. A transmissible mosaic disease of lettuce. Journ. Agric. Res. 20, 1921.

55. KERMORGANT, Y. Annales de l'Inst. Pasteur. 1925: 565—628.

56. KOESLAG, J. D. De pootgoedverwisselingsproeven met Eigenheimers van het Centraal Comité in 1920 en 1921. Cultura 34, 1922: 94—108.

57. KOTILA, J. E. Leafhopper injury to potatoes. Agric. Exp. Stat. Michigan Agric. Coll. Techn. Bull. 56, 1922.

58. —— and COONS, G. H. Trypanosome-like bodies in Solanaceous plants. Phytopathology 12, 1923: 324—325.

59. KUNKEL, L. O. Ameboid bodies associated with *Hippeastrum* mosaic. Science N.S. 55, 1922: 73.

60. —— Insect transmission of yellow stripe disease. Hawaiian Planters' Record 26, 1922: 58—64.

61. —— Studies on Aster yellows. Amer. Jl. Bot. 13, 1926: 646—705.

62. —— The corn mosaic of Hawaii distinct from sugar cane mosaic. Phytopathology 17, 1927: 41.

63. MASSEE, A. M. Part IV, Entomology, Programme of research with brief progress reports.
Ann. Rept. East Malling Res. Stat. 1924, 1925: 139—142.

64. McCLINTOCK, J. A. & SMITH, LOREN, B. True nature of spinach-blight and relation of insects to its transmission. Journ. Agr. Res. 14, 1918: 1—59.

65. McCLINTOCK, J. A. Peach rosette, an infectious mosaic. Journ. Agr. Res. 24, 1923: 307—316.

66. McKINNEY, H. H. & ECKERSON, SOPHIA H. The intercellular bodies associated with the rosette disease and a mosaiclike leaf mottling of wheat. Journ. Agr. Res. 26, 1923: 605—608.

67. McKINNEY, H. H. A mosaic on winter wheat and winter rye. Phytopathology 15, 1925: 495—496.

68. MULVANIA, M. Cultivation of the virus of tobacco mosaic by the method of Olitsky. Science N.S. 62, 1925: 37.

69. —— Studies on the nature of the virus of tobacco mosaic. Phytopathology 16, 1926: 853—871.

70. MURPHY, PAUL A. On the cause of rolling in potato foliage and on some further insect carriers of the leaf-roll disease. The Scient. Proc. R. Dubl. Soc. 17 (N.S.) 1923: 163—184.

71. MURPHY, P. A. & McKAY, R. Investigations of the leafroll and mosaic diseases of the potato. Jl. Dept. Agr. & Techn. Instr. Ireland 23, 1924: 344—364.

72. —— Methods for investigating the virus diseases of the potato, and some results obtained by their use. Scient. Proc. R. Dublin Soc. 18 (N.S.) 1926: 169—184.

73. NELSON, R. Transference of the bean-mosaic virus by *Macr. solanifolii* Science N.S. 56: 342—344.

74. OGFEMIA, G. O. Progress report on bunchy-top of abaca or Manila hemp. Phytopathology 16, 1926: 894.
75. OLITSKY, P. K. The transfer of tobacco and tomato mosaic dicease by the *Pseudococcus citri*. Science N.S. 62, 1925: 442.
76. —— Experiments on the cultivation of the active agent of mosaic disease in tobacco and tomato plants. Jl. Exper. Med. 41, 1925: 129—136.
77. OORTWIJN BOTJES, J. G. De bladrolziekte van de aardappelplant. Diss. Landbouwhogeschool, Wageningen, 1920.
78. —— The Potato selection farm at Oostwold. Rep. Internat. Conf. Phytop. and Econ. Ent. 1923: 142.
79. —— Het gebruik van onrijpe aardappelknollen als pootgoed. Cultura 35, 1923: 279—288.
80. PALM, B. T. De mozaiekziekte van tabak een chlamidozoönose? Bull. Deliproefstat. 15, 1922, 10 blz.
81. PATCH, EDITH M. Rose bushes in relation to potato-culture. Maine Agr. Exp. Stat. Bull. 303, 1921.
82. —— Aphid pests of Maine. Maine Agr. Exp. Stat. Bull. 202, 1912: 170—171.
83. —— The Buckthorn Aphid (*Aphis abbreviata* PATCH). Maine Agr. Exp. Stat. Bull. 317, 1924: 29—52.
84. —— Potato aphids. Maine Agr. Exp. Stat. Bull. 323, 1925: 9—36.
85. PLAKIDAS, A. G. Strawberry „Yellows" a degeneration disease of the strawberry. Phytopathology 16, 1926: 423—428.
86. PURDY, HELEN A. Attempt to cultivate an organism from tomato mosaic. Bot. Gaz. 81, 1926: 210—217. (Contrib. fr. Boyce Thompson Inst. I, 1926: 146—153).
87. QUANJER, H. M. Le dépaysement de la pomme de terre et le puceron. XIe Congr. Internat. d'Agric. 1923, Tome II: 88—93.
88. —— Een proef over de beteekenis van ziekten en ziekteverspreiding bij de pootgoedverwisseling, genomen door het Instit. v. Phytop. in 1920 en 1921. Cultura 34, 1922: 135—141.
89. —— General remarks on potato diseases of the curl type. Rep. Internat. Conf. Phytop. & Econ. Ent. 1923: 22.

90. QUANJER, H. M. Vergelijking tusschen de gezondheidstoestand van Schotsche- en Noord-Hollandsche pootaardappelen. Tijdschr. o. Plantenz. 31, 1925: 7—10.

91. —— en ELZE, D. L. Achteruitgang van pootgoed van gelijke afstamming in de verschillende vroege-aardappeldistricten. Tijdschr. o. Plantenz. 31, 1925: 11—14.

92. RAMSINE, S. Sur les formes filtrables des streptococces et sur la nature de la toxine de Dick. Compt. Rend. Soc. Biol. 94, 1926: 1010—1012.

93. RAND, F. V. and PIERCE, W. D. A coördination of our knowledge of insect transmission in plant and animal diseases. Phytopathology 10, 1920: 189—231.

94. RANKIN, W. H., HOCKEY, J. F. & McCURRY, J. B. Leaf curl and mosaic of the cultivated red raspberry. Phytopathology 12, 1922: 5—8.

95. ROBBINS, W. W. Mosaic disease of sugar beets. Phytopathology 11, 1921: 349—365.

96. SCHAFFNIT, E. Zur Erforschung der Mosaikkrankheiten. Angewandte Bot. 7, 1926: 304—313.

97. SCHULTZ, E. S. A transmissible mosaic disease of chinese cabbage, mustard and turnip. Journ. Agric. Res. 22, 1921: 173—177.

98. —— FOLSOM, D., HILDEBRANDT, F. M. and HOWKINS, L. A. Investigations on the mosaic disease of the Irish potato. Journ. Agric. Res. 17, 1919.

99. SCHULTZ, E. S. and FOLSOM, D. Transmission of the mosaic disease of Irish potatoes. Journ. Agric. Res. 19, 1919: 315—337.

100. —— Leafroll, net-necrosis and spindling-sprout of Irish potato. Journ. Agric. Res. 21, 1921.

101. —— Transmission, variation and control of certain degeneration diseases of Irish potatoes. Journ. Agric. Res. 25, 1923: 43—118.

102. —— Infection and dissemination experiments with degeneration diseases of potatoes. Observations in 1923. Journ. Agric. Res. 30, 1925: 493—528.

103. SEVERIN, H. H. P. Minimum incubation periods of causative agent of curly-leaf in beet-leafhopper and sugarbeet. Phytopathology 11, 1921: 424—429.

104. SEVERIN, H. H. P. Curly leaf transmission experiments. Phytopathology 14, 1924: 80—93.
105. SHAW, H. B. The curly top of beets. U. S. Dept. Agr., Bur. Pl. Ind., Bull. 181, 1910.
106. SMITH, C. E. Transmission of cowpea mosaic by the bean leaf beetle. Science N.S. 60, 1924: 268.
107. SMITH, F. T. The relation of insects to the transmission of raspberry leaf curl. Jl. Exon. Ent. 18, 1925: 509—513.
108. SMITH, K. M. A comparative study of the feeding methods of certain Hemiptera and of the resulting effects upon the plant tissue, with special reference to the potato plant. Ann. Appl. Biol. 13, 1926: 109—139.
109. —— Observations on the insect carriers of mosaic disease of the potato. Ann. Appl. Biol. 14, 1927: 113—130.
110. SMITH, RALPH E. & BONQUET, P. A. Connection of a bacterial organism with curly leaf of the sugar beet. Phytopathology 5, 1915: 335—341.
111. STAHEL, G. De zeefvatenziekte (Phloëemnecrose) van de Liberia koffie in Suriname, Meded. Dept. v. d. Landb. in Suriname, N°. 11, 1917.
112. STAHL, C. F. & CARSNER, EUBANKS. Obtaining leafhoppers nonvirulent as to curly top. Journ. Agric. Res. 14, 1918: 393—394.
113. —— Studies on the life history and habits of the beet leafhopper. Journ. Agr. Res. 20. 1920: 245—252.
114. —— & CARSNER, EUBANKS. A discussion of *Eutettix tenella* BAKER as a carrier of curly-top of sugar beets. Jl. Econ. Ent. 16, 1923: 476—479.
115. STOREY, H. H. & BOTTOMLEY, A. M. Transmission of a rosette disease of the ground nut. Nature 116, 1925: 97—98.
116. —— The transmission of streak disease of maize by the leafhopper, *Balclutha mbila* NAUDE. Ann. Appl. Biol. 12, 1925: 422—439.
117. —— Streak disease of sugar-cane. Dept. Agr. U.S. Africa. Sc. Bull. 39, 1925: 30.
118. TAKAMI, N. Stunt disease of rice and *Nephotettix apicalis*. Jl. Agric. Soc. Japan 241, 1901: 22—30.
119. TAUBENHAUS, J. J. Mosaic disease of the Sweet Pea. Del. Coll. Agr. Exp. Stat. Bull. 106, 1914: 53—61.

120. THEOBALD, F. V. The Aphides attacking the potato. S. E. Agric. Coll. Wye. (Advisory & Res. Dept.) 1922.

121. THEOBALD, F. V. The plant lice or *Aphididae* of Great Britain Vol. I, IX + 372 blz. 1926.

122. THOMPSON, MABYN. The soil population. An investigation of the biology of the soil in certain districts of Aberystwyth. Ann. Appl. Biol. 11, 1924: 349—394.

123. WHETZEL, H. H. Report of the plant pathologist for the period Jan. 1st to May 31st 1922. Rept. Board & Dept. Agr. Bermuda for the year 1922.

124. WHITEHEAD, T. Potato leaf-roll and degeneration in yield. Ann. Appl. Biol. 11, 1924: 31—41.

125. WILBRINK, G. Een onderzoek naar de verbreiding der gelestrepenziekte door bladluizen. (Arch. Suikerind. Ned.-Ind.) Meded. proefst. Java suikerind. 1922, N°. 10.

126. WILCOX, R. B. & SMITH, F. T. Transfer of mosaic disease from red to black raspberries. Phytopathology 14, 1924: 55.

127. WOODS, A. F. Stigmonose, a disease of carnations and other pinks. U. S. Dept. Agric. Div. Veg. Physiol. and Path., Bull. 19, 1900.

128. —— Observations on the mosaic disease of tobacco. U. S. Dept. Agr. Bur. Pl. Ind. Bull. 18, 1902, 24 blz.

TABELLEN.

TABEL II.

KONTROLLE OP HET ONTBREKEN VAN ZIEKTEKIEMEN BIJ DE GEBRUIKTE BLADLUIZEN.

Soort.	Jaar.	Nummer der plant.	Gezondheids-toestand van de nateelt.	Herkomst van de gebruikte insekten.
M. persicae	1923	16 a	gezond	Vinca major
		24 d	„	16 a
		7 d	„	aardappel
		6 f	„	7 d
		40 d	„	6 f
	1924	1 c	„	spinazie
		60 b	bladrol	spinazie
	1925	29 a	gezond	perzik
		82 a	„	29 a
		2 a	„	perzik
		27 a	„	spinazie
	1926	268	„	spinazie
		270	„	268
		419	„	spinazie
		36	„	spinazie
		37	„	270
M. pseudosolani . .	1923	5 g	gezond	sla
		18 f	„	tomaat
		36 g	„	18 f
		45 f	„	5 g
		32 a	„	36 g
	1924	29 b	„	tomaat
	1925	26 a	„	aardappel
		25 a	„	aardappel
		9 a	„	aardappel
		11 a	„	aardappel
	1926	33 & 34	„	spinazie
		49 & 50	„	33
		266	„	34
		269	„	49 en 50
		2 b	„	266
		40	„	2 b
A. rhamni.	1923	10 b	gezond	Rhamnus cathartica
		13 e	„	10 b
		7 a	bladrol	13 e
	1924	31 b	gezond	Phaseolus vulgaris
	1925	23 a	„	Rumex-sp.
		80 a	„	23 a
	1926	68	„	Rhamnus cathartica
		84	„	Rhamnus cathartica
		267	„	84
		4 b	„	267
		38	„	4 b
A. fabae (rumicis) .	1924	44 b	gezond	Vicia faba
		16 b	„	distel
		12 b	„	Solanum nigrum
	1925	10 a	„	Rumex-sp.
		22 a	„	Rumex-sp.

TABEL IIIA.

STENGELINFEKTIES MET BLADROL.

Gebruikte insekten:			Datum van infektie.	Gezondheidstoestand van nateelt.
soort.	vorm.	aantal.		
Myzus persicae . . .	willekeurig	veel	27. 8.'22	bladrol
	dito	dito	20. 8.'22	dito
	dito	20	23. 6.'22	dito
	dito	15	28. 6.'22	dito
	dito	38	4.10.'22	dito
	dito	18	6.10.'22	dito
	dito	weinig	4. 7.'23	gezond
	dito	20	10. 8.'23	bladrol
	volwassen	60	12. 8.'25	dito
	larven	13	14. 8.'25	dito
	larven 3e stad.	veel	15. 8.'25	dito
M. pseudosolani. . .	willekeurig	veel	18. 6.'23	bladrol
	dito	dito	25. 6.'23	dito
	dito	dito	7. 7.'23	gezond
	dito	dito	9. 7.'23	bladrol
	volwassen	5	6. 8.'24	dito
	willekeurig	veel	21. 1.'26	8 bladrol 12 gezond
	dito	dito	29. 3.'26	9 bladrol 13 gezond
A. rhamni	willekeurig	veel	5. 7.'23	gezond
	dito	25	10. 8.'23	dito
	dito	25	10. 8.'23	bladrol
	dito	veel	17. 6.'25	gezond
	gevleugeld	3	22. 8.'25	dito
	ongevleugeld	14	22. 8.'25	dito
	dito	20	22. 8.'25	dito
	larven	30	22. 8.'25	bladrol
	nymfen	3	22. 8.'25	dito
	nymfen (♂)	4	6.10.'25	gezond
	dito	4	6.10.'25	dito
	dito	4	6.10.'25	dito
	dito	4	6.10.'25	bladrol
	gevleugeld	2	6.10.'25	dito
	gevleugeld	3	6.10.'25	dito
	ongevleugeld	3	6.10.'25	gezond

TABEL IIIA (Vervolg).

Gebruikte insekten:			Datum van infektie.	Gezondheidstoestand van nateeit.
soort.	vorm.	aantal.		
A. rhamni	ongevleugeld	3	6.10.'25	gezond
	willekeurig	veel	27. 9.'25	7 bladrol 15 gezond
Aphis fabae	ongevleugeld	4	6. 7.'23	gezond
	willekeurig	35	11. 8.'23	dito
	larven	30	11. 8.'23	dito
	willekeurig	60	21. 9.'23	dito
	dito	veel	17. 6.'25	bladrol?
	dito	dito	17. 6.'25	krinkel
	dito	dito	17. 6.'25	bladrol?
Eupteryx auratus . .	volwassen	50	11. 9.'22	gezond
	dito	enkele	6. 7.'23	dito
	dito	5	10. 8.'23	dito
	dito	6	16. 8.'23	dito
	dito	10	13. 9.'23	bladrol
	dito	6	14. 9.'23	gezond
	dito	enkele	11. 7.'24	dito
	dito	5	18. 7.'24	dito
	larve	1	15. 7.'26	dito
	volwassen	veel	30. 8.'24	4 bladrol 11 gezond
	dito	dito	22. 7.'25	4 bladrol 13 gezond
Typhlocyba solani . .	volwassen	enkele	11. 7.'24	gezond
	dito	dito	18. 7.'24	dito
	dito	dito	24. 7.'25	dito
	dito	dito	25. 8.'25	dito
Lygus-sp.	volwassen	5	20. 9.'23	gezond
	dito	11	20. 9.'23	dito
	dito	13	13. 9.'23	bladrol
	dito	meerdere	11. 7.'24	gezond
	dito	4	21. 7.'24	dito
	dito	veel	23. 9.'24	1 bladrol 14 gezond
	dito	dito	15. 7.'25	6 bladrol 3 gezond
	dito	dito	15. 7.'25	2 bladrol 7 gezond

TABEL IIIA (Vervolg).

Gebruikte insekten:			Datum van infektie.	Gezondheidstoestand van nateelt.
soort.	vorm.	aantal.		
Psylliodes affinis . .	kever	30	18. 5.'22	gezond
	dito	40	20. 5.'22	dito
	dito	meerdere	6. 6.'24	bladrol
	dito	dito	6. 6.'24	dito
	dito	dito	6. 6.'24	dito
	dito	dito	6. 6.'24	gezond
	dito	5	21. 8.'25	dito
	dito	6	21. 5.'26	dito
	dito	8	25. 5.'26	dito
	dito	6	25. 5.'26	dito
	dito	7	25. 5.'26	dito
	dito	10	31. 5.'26	dito
	dito	4	4. 6.'26	dito
	dito	2	9. 7.'26	dito

TABEL IIIB.

KNOLINFEKTIES MET BLADROL.

Gebruikte insekten:			Datum van infektie.	Gezondheidstoestand.
soort.	vorm.	aantal.		
Myzus persicae . . .	larven 1e en 2e stadium	10	16. 2.'26	bladrol
	dito	45	19. 2.'26	dito
	dito	7	27. 2.'26	dito
	dito	7	27. 2.'26	dito
	dito	7	27. 2.'26	dito
Myzus pseudosolani .	gevleugeld	2	2. 2.'26	gezond
	ongevleugeld	15	3. 3.'26	bladrol
	gevleugeld	3	25. 3.'26	dito
	ongevleugeld	5	25. 3.'26	dito
	gevleugeld	2	25. 3.'26	dito
	larven 3e en 4e stadium	10	25. 3.'26	dito
	gevleugeld	1	30. 3.'26	dito
	gevleugeld	1	31. 3.'26	gezond

TABEL IV.

STENGEL INFEKTIES MET MOZAIEK.

Gebruikte insekten:			Datum van infektie.	Gezondheidstoestand van de nateelt.
soort.	vorm.	aantal.		
Myzus persicae . . .	ongevleugele	40	8. 7.'24	mozaiek
	gevleugeld	5	9. 7.'24	gezond
	dito	10	9. 7.'24	dito
	dito	20	9. 7.'24	dito
	verschillend	veel	15. 6.'25	dito
	dito	dito	15. 6.'25	dito
	dito	dito	15. 6.'25	mozaiek
	volwassen	10	3. 7.'25	dito
	dito	10	10. 7.'25	dito
	dito	10	17. 7.'25	dito
	verschillend	veel	22. 3.'26	16 mozaiek 6 gezond
Myzus pseudosolani .	verschillend	enkele	15. 7.'23	gezond
	dito	30	2. 8.'23	dito
	nymfen	2	10.10.'25	dito
	dito	2	10.10.'25	dito
	ongevleugeld	3	10.10.'25	dito
	dito	5	10.10.'25	dito
	gevleugeld	veel	17. 2.'27	mozaiek
	ongevleugeld	veel	17. 2.'27	dito
Aphis fabae	volwassen	14	22. 6.'25	gezond
	larven	30	22. 6.'25	dito
	dito	30	22. 6.'25	mozaiek
	larven	20	22. 6.'25	dito
Psylliodes affinis . .	kever	meerdere	16. 6.'25	bladrol
		dito	16. 6.'25	gezond
		dito	16. 6.'25	bladrol en mozaiek
		dito	16. 6.'25	bladrol
Mamestra brassicae .	rups	veel	3. 7.'25	alle (6) moz.
		dito	3. 7.'25	dito

TABEL V A.

STENGEL INFEKTIES MET KRINKEL.

Gebruikte insekten:			Datum van infektie.	Gezondheidstoestand van de nateelt.
soort.	vorm.	aantal.		
Myzus persicae . . .	volwassen	20	29. 6.'22	gezond
	willekeurig	veel	25. 8.'22	dito
	volwassen	15	11. 6.'24	krinkel
	dito	15	11. 6.'24	dito
	dito	15	11. 6.'24	streak
	willekeurig	veel	10. 3.'26	10 streak 12 gezond
	ongevleugeld	6	26. 5.'26	gezond
	larven	14	26. 5.'26	dito
	dito	14	26. 5.'26	dito
	gevleugeld	veel	2. 7.'26	streak
	nymfen	6	30. 7.'26	gezond
	dito	15	31. 7.'26	streak
	dito	15	3. 8.'26	gezond
Myzus pseudosolani .	volwassen	6	29. 6.'22	gezond
	willekeurig	enkele	13. 7.'23	dito
	dito	15	23. 8.'23	dito
	larven	5	8.10.'25	dito
	dito	5	8.10.'25	dito
	nymfen	4	10.10.'25	dito
	dito	4	10.10.'25	dito
	ongevleugeld	3	7.10.'25	krinkel
	gevleugeld	2	8.10.'25	gezond
	ongevleugeld	5	8.10.'25	krinkel
Aphis rhamni. . . .	willekeurig	veel	23. 7.'23	gezond
	dito	dito	6. 8.'23	dito
	dito	dito	6. 8.'23	dito
	dito	dito	23. 8.'23	dito
	dito	dito	23. 8.'23	dito
Cicaden	volwassen	veel	19. 8.'26	4 krinkel 16 gezond
Psylliodes affinis . .	kever	10	28. 5.'26	gezond
		10	28. 5.'26	dito
		10	28. 5.'26	gezond?
		4	28. 5.'26	krinkel?
		10	14. 6.'26	gezond

TABEL V B.

KNOLINFEKTIES MET KRINKEL.

Gebruikte insekten:			Datum van infektie.	Gezondheidstoestand.
soort.	vorm.	aantal.		
Myzus persicae . . .	gevleugeld	3	1. 2.'26	gezond
	dito	5	1. 2.'26	krinkel
	ongevleugeld	5	1. 2.'26	gezond
	gevleugeld	3	1. 3.'26	dito
	dito	3	1. 3.'26	krinkel
	ongevleugeld	5	1. 3.'26	gezond
	dito	5	1. 3.'26	krinkel
	dito	12	2. 3.'26	dito
	gevleugeld	3	13. 3.'26	gezond
	dito	3	23. 3.'26	dito
	dito	3	31. 3.'26	dito
	larven 1e & 2e stadium	veel	27. 4.'26	streak
	ongevleugeld	5	27. 4.'26	gezond
	dito	5	27. 4.'26	dito
	larven 1e & 2e stadium	5	28. 4.'26	dito
	dito	5	28. 4.'26	dito
	larven 3e stadium	5	28. 4.'26	streak
	dito	5	28. 4.'26	gezond

TABEL VI.

STENGELINFEKTIES MET STIPPEL-STREEP (STREAK).

Gebruikte insekten:			Datum van infektie.	Gezondheids toestand van de nateelt.
soort.	vorm.	aantal.		
Myzus persicae . . .	verschillend	14	4. 9.'23	gezond
	dito	50	4. 9.'23	dito
	dito	4	24. 7.'24	dito
	dito	4	29. 7.'24	dito
	larven 1e en 2e stadium	20	4. 8.'24	dito
	volwassen	23	4. 8.'24	dito
	dito	4	4. 8.'24	dito
	dito	10	2. 6.'26	streak
	dito	10	2. 6.'26	gezond
	dito	10	2. 6.'26	streak
	dito	10	2. 6.'26	gezond
	dito	20	2. 6.'26	streak
	larven	veel	2. 6.'26	gezond
Myzus pseudosolani .	verschillend	6	10. 8.'23	gezond
	dito	1	4. 9.'23	dito
	dito	40	4. 9.'22	dito
	dito	40	4. 9.'23	dito
Aphis rhamni. . . .	verschillend	7	10. 8.'23	gezond
	dito	15	11. 8.'23	dito
	dito	12	4. 9.'23	dito
	dito	12	4. 9.'23	dito
Psylliodes affinis . .	kever	4	10. 6.'26	gezond
		4	20. 8.'26	dito
		4	20. 8.'26	dito
		4	25. 8.'26	dito
		4	25. 8.'26	dito
Eupteryx auratus . .	larven	enkele	20. 8.'26	gezond
	dito	dito	25. 8.'26	dito

TABEL VII.

KRINKEL EN STREAK INFEKTIES MET VERSCHILLENDE AARDAPPELSOORTEN.

Insekt.	Datum van infektie.	Infektiebron.	Geïnfekteerde soort.	Nateelt.
Myzus persicae.	20. 5.'26	Bravo krinkel (streak)	Schotse Muis	6 streak 3 gezond
			Bravo	4 krinkel 3 gezond
			Paul Kruger	alle gezond
Aphis rhamni .	6. 7.'26	Bravo zuiver krinkel	Schotse Muis	5 krinkel 2 gezond
			Bravo	3 krinkel 5 gezond
			Paul Kruger	4 krinkel 4 gezond
Aphis rhamni .	22. 7.'26	Zeeuwse blauwe streak	Schotse Muis	5 streak 7 gezond
			Bravo	3 krinkel 2 gezond
			Paul Kruger	alle gezond

TABEL VIII.

A. SPINDLING SPROUTS INFEKTIES.

Gebruikte insekten: soort.	vorm.	aantal.	Datum van infektie.	Gezondheidstoestand van nateelt.
Myzus persicae . .	verschillend	veel	7. 7.'23	sp. sprouts en bladrol
	dito	dito	7. 7.'23	gezond
	dito	dito	15. 7.'23	bladrol
	dito	dito	15. 7.'23	dito
	dito	enkele	31. 7.'23	sp. sprouts
	dito	25	23. 8.'23	bladrol
	dito	3	23. 8.'23	gezond
	dito	10	3. 5.'24	8 gezond

B. TUSSENNERVIG MOZAIEK.

Myzus persicae . .	verschillend	veel	1. 8.'24	gezond
	volwassen	17	6. 8.'24	dito
	verschillend	veel	7. 4.'26	7 tussenn. moz. 15 gezond
Myzus pseudosolani .	verschillend	enkele	14. 7.'23	gezond
	dito	60	30. 7.'23	dito
	dito	8	22. 8.'23	dito
Aphis fabae	verschillend	12	11. 7.'22	gezond
	dito	25	11. 7.'22	dito

TABEL IX.

SAMENVATTING INFEKTIEPROEVEN.

Gebruikte insekten.	Bladrol.	Mozaiek.	Krinkel.	Streak.	Tussenn. mozaiek.	Aucuba bont.	Spindl. sprouts.
M.persicae . .	+	+	+	+	+	—	+
M.pseudosolani.	+	+	+	—	—	—	0
A.rhamni . . .	+	0	+	+	0	—	0
A.fabae . . .	+?	+	0	0	—	0	0
E.auratus . . .	+	0	+	—	0	0	0
T.solani . . .	—	0	+	0	0	0	0
L.pratensis . .	+	0	0	0	0	0	0
P.affinis . . .	+	+?	+?	—	0	0	0
M.brassicae . .	0	+	0	0	0	0	0
T.paludosa . .	+	0	0	0	0	0	0

+ duidt aan positief resultaat.
— „ „ negatief resultaat.
0 „ „ niet onderzocht.

TABEL X.

INCUBATIEPROEVEN MET BLADROL EN MYZUS PERSICAE.

I. Verblijfsduur op de zieke plant 24 uur, 14.8.'22.

Gezonde plant.	Zuigtijd op gez. pl.	Herkomst luizen.	Gezondheidstoestand van de nateelten.
A_1.	24 uur	bladrolpl.	gezond
B_1.	blijvend	A_1	bladrol
A_2.	1 week	bladrolpl.	bladrol
B_2.	blijvend	A_2	bladrol

II. Verblijfsduur op de zieke plant 24 uur, 15.8.'22.

A_3.	24 uur	bladrolpl.	gezond
B_3.	blijvend	A_3	twijfel
A_4.	1 week	bladrolpl.	twijfel
B_4.	blijvend	A_4	bladrol

III. Verblijfsduur op de zieke plant 14 uur, 25.8.'25.

A_1.	10 uur	bladrolpl.	gezond
B_1.	blijvend	A_1	bladrol
A_2.	24 uur	bladrolpl.	bladrol
B_2.	blijvend	A_2	bladrol
A_3.	3 dagen	bladrolpl.	gezond
B_3.	blijvend	A_3	twijfel
A_4.	5 dagen	bladrolpl.	bladrol
B_4.	blijvend	A_4	bladrol

TABEL XI.

INFEKTIE VERMOGEN VAN PAS VERVELDE BLADLUIZEN.

Soort.	Ontwikk. stad. na vervelling.	Aantal.	Datum.	Infektiebron.	Gezondheidstoestand van de nateelten.
M. persicae	larve	1	3. 3.'26	bladrol	bladrol
	volwassen	1	30. 3.'26	dito	dito
	larve	2	7. 4.'26	dito	dito
	ongevleugeld	1	14. 7.'26	tussenn. mozaiek	gezond
	dito	3	15. 7.'26	dito	dito
	gevleugeld	1	23. 7.'26	krinkel	dito
	dito	12	29. 7.'26	dito	streak
	dito	6	31. 7.'26	dito	gezond
	dito	5	2. 8.'26	dito	dito
	dito	15	3. 8.'26	dito	streak
M. pseudosolani . .	ongevleugeld	1	2. 2.'26	bladrol	gezond
	nymf	1	2. 3.'26	dito	dito
	larve	2	7. 4.'26	dito	dito
A. rhamni	volwassen	4	20. 7.'26	krinkel	gezond
	gevleugeld	1	27. 8.'26	streak	dito
	volwassen	5	3. 9.'26	dito	dito
	larve	3	4. 9.'26	dito	dito

TABEL XII.

VERPLAATSINGINGSSNELHEID VAN 'T VIRUS.

Gepoot 16.4.'24. Geïnfekteerd 11—12 Junie, 15 luizen per plant.

Nummer van planten.	Gemiddelde lengte.	Datum afgesneden.	Overblijv. lengte.	Gezondheidstoestand van de nateelten.
1— 5	57 c.M.	14.6	37 c.M.	alle gezond.
6—10	58 „	16.6	21 „	alle gezond.
11—15	56 „	19.6	28 „	alle gezond.
15—20	59 „	21.6	28 „	1 gezond, 3 twijfel, 1 bladrol.
21—25	59 „	25.6	28 „	2 twijfel, 3 bladrol.
26—30	59 „	1.7	22 „	5 bladrol.
31—35	59 „	11.7	11 „	1 gezond, 3 twijfel, 1 bladrol.
36—40	57 „	25.7	10 „	5 bladrol.
41—45	58 „	8.8	11 „	5 bladrol.
46—50	59 „	—	—	5 bladrol.
Gepoot eind Mei '25. Geïnfekteerd 1—3 Julie, 10 luizen per plant.				
85—87	39 c.M.	9.7	28 c.M.	2 gezond, 1 bladrol.
88—90	53 „	16.7	41 „	3 gezond.
91—93	21 „	23.7	16 „	3 gezond.
94—96	51 „	31.7	36 „	2 gezond, 1 bladral.
97—99	36 „	7.8	28 „	1 gezond, 2 bladrol.

TABEL XIII.

ONVATBAARHEID BIJ TOENEMENDE OUDERDOM VAN DE PLANT.

Gepoot eind Mei '25. Geïnfekteerd met 10 luizen per plant.

Nummer van planten.	Gemiddelde lengte.	Datum van infektie.	Gezondheidstoestand van de nateelten.
117—119	62 c.M.	9.7	3 bladrol.
120—122	84 „	16.7	2 bladrol, 1 gezond.
123—125	79 „	23.7	1 bladrol, 2 gezond.
126—128	85 „	31.7	1 twijfel, 2 gezond.
129—130	91 „	7.8	2 gezond.
131—132	100 „	14.8	2 gezond.
133—135	61 „	10.7	2 gezond, 1 mozaiek.
136—138	42 „	18.7	1 gezond, 2 mozaiek.
139—141	65 „	25.7	3 gezond.
142—144	100 „	31.7	3 gezond.
145—146	100 „	7.8	3 gezond.

INHOUD.

Blz.

Inleiding 1
Definiëring van 't begrip virusziekten 1
Doel van het onderzoek 3
Prakties doel 3
Teoreties doel 3
Literatuur-overzicht over de verspreiding van plantaardige virusziekten door insekten 8
Inleiding 8
Virusziekten, welke slechts door één insektesoort worden overgebracht 9
Gele strepenziekte (mozaiek) van suikerriet 10
„Curly top" van suikerbiet 11
„Aster yellows" 13
Virusziekten, welke door meerdere insekten worden verspreid, maar niet door elke willekeurige soort 14
Virusziekten, welke overgebracht kunnen worden door elk willekeurig insekt, dat zich op de waardplant voedt 15
Virusziekten, die men niet door insekten heeft kunnen overbrengen 17
Samenvatting 17
Overzicht van 't geen bekend is over de verhouding van insekten tot de verspreiding van virusziekten van de aardappel 19
Entomologies onderzoek 22
Inleiding 22
Bladluizen (Aphididae) 22
Myzus persicae SULZ. 22
Myzus pseudosolani THEOB. 27
Macrosiphum solanifolii ASHM. 28
Aphis rhamni BOYER de FONSC. 29
Aphis fabae SCOP. 33
Andere Rhynchoten 33
Overige insekten 34
Metodiek der infektie proeven 36
Kontrolle 39
Infektie proeven 41
Inleiding 41
Bodeminfektie 41

Infektievermogen van verschillende insekten 42
bladrol 42
mozaiek 43
krinkel en stippel-streep (streak) 44
overige ziekten 45
konklusies 45
Specifieke verhouding tussen luis en virus 48
Incubatieproeven 48
Infektiekans per individu 49
Levensduur van 't virus in 't insekt en overgang van 't virus van moederdier op jong 49
Betekenis van de vervelling 51
Verbreidingsnelheid van 't virus door de plant 53
Invloed van de ouderdom van de plant 56
Samenvatting 58
Summary 61
Literatuurlijst 66
Tabellen 75

CAB INTERNATIONAL
MYCOLOGICAL INSTITUTE
LIBRARY
15 JAN 1992
ELZE, D.L.